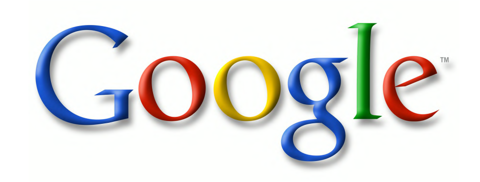
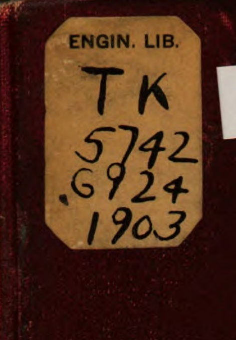
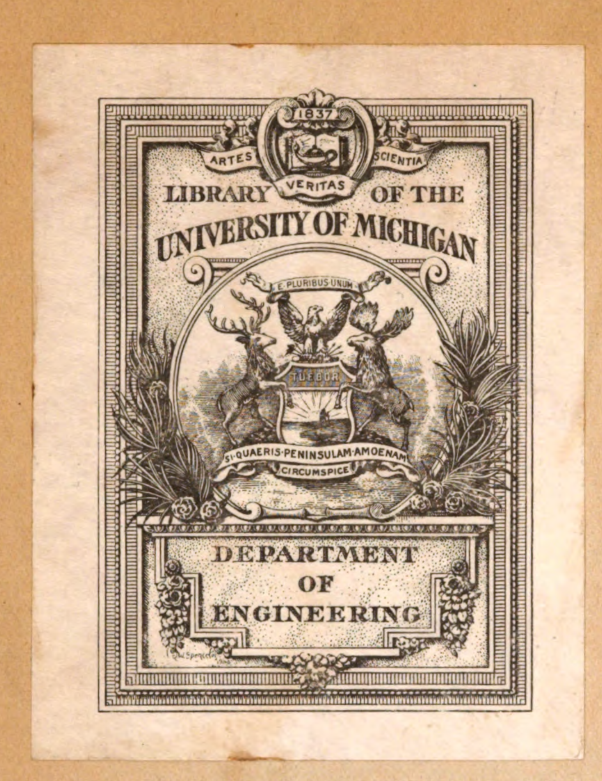



ENGIN. LIB.
TK
5742
.G924
1903


UNIV.
OF
MICH.


BOOKSELLER


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI·QUAERIS·PENINSULAM·AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



Eg10. (brand)

Guarini, Émile

PRIX : 2 FR. 50

Émile GUARINI

LA Télégraphie sans Fil

L'œuvre de Marconi

Traduit du SCIENTIFIC AMERICAN de New-York

64 pages avec 88 gravures dans le texte.
Portrait et signature de Marconi.

2ME ÉDITION
(2e et 3e mille)



6440 IMPRIMERIE LIÉGEOISE.

En vente à la Librairie Scientifique et Industrielle

RAMLOT FRÈRES ET SŒURS, rue Grétry, 25

BRUXELLES

L'ÉLECTRICITÉ AGRICOLE

PAR E. GUARINI

Avec préface de HENRI DUFOUR, professeur à l'Université et à l'Institut agricole de Lausanne (Vaud).

Un volume in-16 illustré de 42 photographies et 18 dessins édité par la Société suisse d'Edition, à Lausanne.

Prix : 3 Francs.

Un des rares domaines qui n'aient pas encore été révolutionnés par l'**Electricité** et dans lequel pourtant cette fée toute puissante est à même de rendre les services les plus multiples, est l'agriculture.

Comme on l'a dit, la **houille blanche** (l'eau) peut et doit devenir aussi la **houille verte.**

Jusqu'à présent, au moins en France, en Belgique et en Suisse, il n'a été fait que de timides essais dans ce sens, tandis que d'autres pays, comme l'Allemagne, possèdent déjà des installations remarquables.

M. GUARINI a voulu être un des pionniers de cette innovation. Il suffira d'énumérer les principaux chapitres de son étude pour en démontrer toute l'utilité pratique.

Avant-propos — L'électrisation des graines — L'électroculture — Electroculture par influence indirecte — Electroculture par influence directe — Méthodes qui empruntent l'électricité atmosphérique — Méthodes utilisant l'électricité dynamique — Méthodes utilisant les machines statiques ou les ondes hertziennes — Labourage électrique — Destruction des insectes — Machines agricoles — L'électricité appliquée aux vins, à l'alcool, aux huiles et à la tourbe — Industries annexes — Transport des produits agricoles — Communications entre fermes — Hygiène et confort des fermes par l'électricité — Météorologie agricole — Sources de force pour la production d'électricité dans les campagnes — Conclusion.

Voici d'ailleurs la très intéressante préface de M. le Dr Henri DUFOUR, professeur de physique expérimentale à l'Université de Lausanne.

« Voici un petit volume qui ne fera concurrence à aucun ouvrage existant, car la matière qu'il aborde est entièrement nouvelle.

Tandis que l'électricité est depuis assez longtemps déjà citadine et industrielle, elle n'a jusqu'ici guère attiré l'attention des agriculteurs. Dans les pays dotés de forces motrices hydrauliques naturelles, situées ordinairement loin des villes, l'électricité, sollicitée par les besoins de l'industrie, traverse sur des poteaux, aussi nombreux que peu élégants, les campagnes et les villages, mais elle ne s'y arrête pas ; cependant

(Voir page 3 de la couverture)



Émile GUARINI

LA
Télégraphie sans Fil

L'œuvre de Marconi

Traduit du SCIENTIFIC AMERICAN de New-York

64 pages avec 88 gravures dans le texte.
Portrait et signature de Marconi.

2ME ÉDITION
(2e et 3e mille)



En vente à la Librairie Scientifique et Industrielle
RAMLOT FRÈRES ET SŒURS, rue Grétry, 25
BRUXELLES

EMILE GUARINI

70, BOULEVARD CHARLEMAGNE

BRUXELLES (BELGIQUE)

PRÉFACE

Quiconque s'est intéressé aux expériences de Marconi (fig. 1), a admiré le chemin glorieux parcouru en si peu de temps par la télégraphie sans fil, grâce à l'activité inlassable de son promoteur. Sept ans ont suffi à Guglielmo Marconi (1) *pour faire réaliser à la télégraphie sans conducteur des progrès qui l'emportent de beaucoup sur ceux qui ont nécessité 50 ans à la télésémie par câbles sous-marins* (2), *forme de communication dont l'arrêt fatal n'attend plus que l'exécution. L'œuvre de Marconi reflète son caractère et son tempérament qui se résument en ces mots : adroit, courageux et même audacieux, ne reculant devant aucun obstacle, ni surtout devant aucune distance.*

Fig. 1.



Marconi n'est pas un esprit essentiellement créateur :

---

(1) Marconi *est né à Griffone, près de Bologne, le 25 avril 1874.*
Il fit ses études à Leghorn et à l'Université de Bologne.
Lorsqu'en 1895 il fit la découverte de la telégraphie sans fil, il était élève du Professeur Righi.

(2) *Les origines de la télégraphie sous-marine remontent à 1851, époque*

il n'en a pas moins créé la télégraphie sans fil. Son nom occupera dans « l'électrotechnique sans fil » une place semblable à celle que tient dans l'électrotechnique avec fil celui de l'immortel Volta (3), car, semblable à sa devancière guidée par fils, la télégraphie sans fil n'est que la première application de l'électricité transmise sans conducteur. Perfectionnateur habile, Marconi a, en effet, réussi à synthétiser d'une façon qui a émerveillé le monde, toute une série de travaux passés inaperçus ou oubliés qui, sans lui, seraient restés infructueux pour la science, l'industrie et le commerce, pour l'humanité, en un mot, puisque ces trois domaines sont comme la quintescence de son activité.

Saluons donc Marconi ! Honneur à ce jeune électricien qui a d'Edison (4) le caractère et la chance. Félicitons-le et, nous arrêtant aux principales étapes de son invention (5), recherchons la raison d'être de chaque chose, le motif de chaque amélioration. Nous dirons brièvement le passé, le présent et l'avenir de la télégraphie sans fil dont l'apothéose ne peut manquer d'être comme un réquisitoire perpétuel contre la télégraphie ordinaire et surtout contre les câbles sous-marins.

Émile GUARINI.

Bruxelles, février 1903.

à laquelle furent établies des communications entre la France et l'Angleterre. Le premier câble transatlantique fut établi le 5 août 1858, date mémorable dans les annales de la télégraphie.

(3) Peu de personnes ignorent — ne fut-ce que pour l'avoir appris à l'école — le nom de Volta. Il naquit à Côme en 1745. Il découvrit la pile qui porte son nom et qui a été le point de départ d'une foule d'inventions merveilleuses.

(4) Edison, l'inventeur bien connu, est né en 1847. Les journaux ont récemment rapporté que ses études sur les rayons X l'ont rendu presque aveugle.

(5) Pour rendre la télégraphie sans fil accessible même aux profanes, nous ajouterons à notre exposé quelques notes qui rendront cette science compréhensible par chacun.

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

L'œuvre de Marconi

Traduit du *Scientific American*, de New-York (1).

I.

Origine et premiers développements du système Marconi.

En principe, Marconi ne songeait pas à la télégraphie électrique sans fil, mais visait à perfectionner la télégraphie sans fil de Hertz (2) dont les appareils consistaient en un oscillateur (3) à plaques (fig. 2) et un résonateur (4) à cerceau (fig. 3). Marconi y apporta un perfectionnement en faisant usage d'un récepteur plus

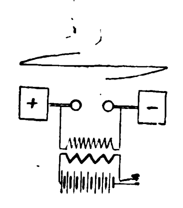


FIG. 2.
Oscillateur hertzien à plaques.

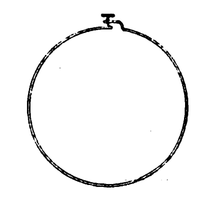


FIG. 3.
Résonateur à cerceau de Hertz.

---

(1) Nous devons à l'obligeance des éditeurs du *Scientific American*, MM. MUNN et Co, la plupart des clichés qui accompagnent notre mémoire.

(2) HERTZ (1857-1894) est le grand physicien allemand qui, le premier, a découvert et étudié les propriétés des ondes électriques de haute fréquence, qui de son nom ont été appelées *ondes hertziennes*.

(3) *Oscillateur :* deux sphères métalliques entre lesquelles peuvent jaillir des étincelles si leur différence de potentiel est suffisante. Elles peuvent être alimentées de courant par une machine statique ou une bobine de Ruhmkorff. Les machines statiques produisent le courant électrique à haute tension, grâce au frottement ; la bobine de Ruhmkorff sert à transformer le courant à basse tension d'une pile, par exemple, en courant à haute tension. Elle est formée de deux séries de spires, l'une à gros fil, ou *primaire*, par où passe le courant de la pile, l'autre à fil fin, ou *secondaire*, dans laquelle est induit le courant à haute tension.

(4) Le *résonateur* est aux ondes électriques ce que l'œil est aux ondes lumineuses. De même que l'œil perçoit les ondes lumineuses, de même le résonateur décèle la présence des ondes électriques.

sensible, le cohéreur (fig. 4) (5). Hertz employait l'énergie de l'onde pour actionner son récepteur qui permettait de percevoir les effets

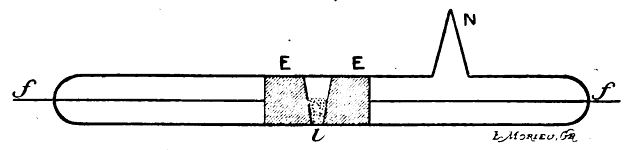


FIG. 4. Cohéreur Marconi. — *f f*, fils aboutissant aux électrodes *E E* ; *l*, limaille ; *N*, fermeture soudée.

de l'onde, laquelle — comme M. Turpain l'a vérifié, — peut être perçue par un téléphone (fig. 5) (6).

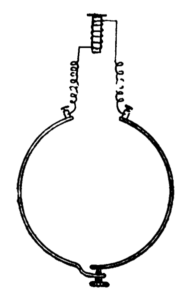


FIG. 5. Expérience de Turpain.

Marconi, par contre, mit en œuvre un relais (7) (le cohéreur), ce qui lui permit d'accroître la distance de transmission, le cohéreur étant plus sensible que le résonateur ordinaire. Nous disons « ordinaire » parce que le cohéreur n'est autre chose qu'un résonateur, qu'un condensateur (8) que l'on charge et dont la limaille constitue les armatures et la couche d'oxyde, le diélectrique. Le résonateur de Hertz est, au reste, lui-même un relais : une expérience fort simple nous en a fourni la preuve. En effet, en actionnant un oscillateur puissant dans le voisinage d'un circuit

---

(5) Le *cohéreur*, qui est un genre de résonateur, se compose de deux cylindres métalliques renfermés dans un tube et entre lesquels se trouve de la limaille métallique. A l'état normal, le cohéreur ne laisse pas passer le courant d'une pile dont les électrodes aboutissent aux cylindres; lorsqu'il est impressionné par les ondes s'échappant d'un oscillateur, il devient conducteur et laisse passer le courant de la pile.

(6) *Téléphone :* appareil servant à transmettre et à recevoir au loin le son, notamment celui de la voix. Il permet par suite de converser à distance. Il se compose d'une pièce d'acier aimanté sur laquelle est enroulé un fil relié à la ligne téléphonique. Devant cette pièce, est disposé un disque de fer. Lorsqu'un son se produit devant ce disque, ce dernier se déplace rapidement, vibre, et par là produit des variations dans le « champs magnétique » (note 28) de la pièce d'acier; des courants électriques se produisent et se transmettent dans la ligne jusqu'au récepteur. Là, ces courants, dont les variations se modèlent sur les modulations de la voix, produisent, par leur action sur une pièce d'acier (ou de fer) enroulée comme au transmetteur, des attractions et des répulsions du disque. Les mouvements de celui-ci se communiquent à l'air et reproduisent ainsi les sons transmis.

(7) *Relais :* appareil qui, sous l'influence d'un faible courant, ferme le circuit d'un courant plus fort. Il se compose d'une pièce de fer ou *noyau* autour de laquelle est enroulé un fil isolé. Lorsqu'un courant passe dans le fil, le fer s'aimante et

composé d'une lampe à incandescence ([9]), de huit accumulateurs ([10]) et de deux cylindres de charbon distants d'un millimètre (fig. 6), nous avons constaté que la lampe s'allumait. L'étincelle conductrice qui jaillissait entre les deux cylindres de charbon (résonateur) fermait le circuit des accumulateurs et la lampe s'allumait.

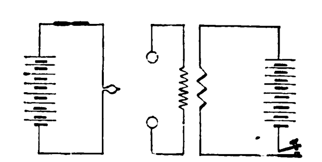


FIG. 6. Appareil Guarini pour montrer que l'étincelle est conductrice.

D'après une des théories admises, le passage du courant dans un cohéreur par suite de l'influence des ondes est dû à la conductivité des étincelles microscopiques qui se produisent entre les grains de limaille. L'appareil Marconi, sous sa forme embryonnaire, utilisait — tout comme celui expérimenté en 1890 par Branly (fig. 7) ([11]) — la découverte faite par Hugues ([12]) en 1879, concernant l'influence d'un courant variable ([13]) sur les contacts imparfaits ([14]), et surtout, le fait remarqué en 1885, par Calzecchi Onesti ([15]), savoir, le changement de conductivité de la limaille métallique lorsqu'on l'intercale dans

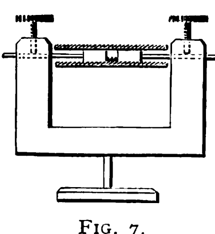


FIG. 7. Cohéreur Branly.

attire une pièce de fer ou *armature* qui vient toucher un contact et fermer de cette façon le circuit d'un courant plus fort.

([8]) *Condensateur :* appareil servant à condenser l'électricité. Une des formes les plus connues est la bouteille de Leyde. Elle est constituée par un flacon garni extérieurement d'une feuille d'étain (*armature extérieure*) et rempli intérieurement de feuilles d'or froissées (*armature intérieure*) au milieu desquelles plonge une tige métallique traversant le bouchon. Lorsqu'on met les deux armatures en communication, on obtient une étincelle, une décharge beaucoup plus forte que celle que donnerait la machine qui a fourni l'électricité. Le verre de la bouteille sépare les deux armatures et s'appelle le *diélectrique*.

([9]) *Lampe à incandescence :* La lampe électrique à incandescence est basée sur le fait que si un corps est traversé par un courant, il s'échauffe par suite de la *résistance* qu'il oppose au passage de ce dernier. Si l'échauffement est suffisant, le corps devient lumineux. Dans la lampe à incandescence, la résistance est constituée par un filament de charbon placé dans une ampoule de verre vide d'air, afin d'éviter la combustion du filament.

([10]) *Accumulateur :* Appareil servant à emmagasiner l'énergie électrique pour s'en servir au besoin. Il se distingue du *condensateur* (voir ci-dessus, note 8), en ce que, dans ce dernier, l'électricité s'accumule directement, tandis que dans les accumulateurs elle ne s'emmagasine qu'à la faveur d'une opération chimique.

([11]) BRANLY : physicien français, né à Amiens le 23 octobre 1844, professeur

un circuit parcouru par un courant d'une tension ([16]) suffisante. Dans l'expérience de Calzecchi, le courant employé était le courant d'induction (fig. 8) ([17]).

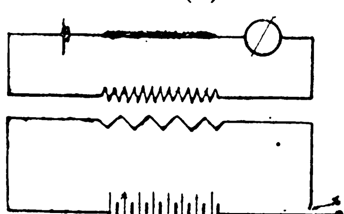


FIG. 8. Expérience Calzecchi Onesti.

En actionnant le primaire, il se produisait dans le secondaire un courant induit à haute tension qui rendait la limaille conductrice, ce qui se traduisait par une déviation de l'aiguille du galvanomètre.

Le premier appareil Marconi comprenait (fig. 9) une source de courant actionnant un oscillateur par le

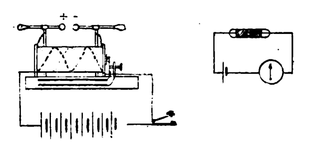


FIG. 9.
Premier appareil Marconi.

à l'Institut catholique de Paris, est généralement regardé comme l'inventeur du *cohéreur*.

([12]) D. E. HUGHES (1831-1900), inventeur du microphone et du télégraphe imprimeur qui porte son nom et permet l'impression des télégrammes en caractères ordinaires.

([13]) *Courant variable :* Il y a deux genres de courants : le courant continu et le courant variable. Le courant *continu* est celui dont la tension et l'intensité ne se modifient pas ; le courant *variable* est celui où se produisent des changements dans la tension (pression) et dans l'intensité (débit).

([14]) *Contact imparfait :* On appelle ainsi un contact présentant une certaine résistance au passage du courant, par opposition au *contact parfait* qui laisse facilement passer le courant. La résistance est d'autant plus petite, que la tension du courant est plus forte.

([15]) CALZECCHI ONESTI, physicien italien qui a bien mérité de la télégraphie sans fil, parce que sa constatation est pour ainsi dire le point de départ du cohéreur.

([16]) *Tension :* Elle est en électricité, ce que la *pression* est en hydraulique.

([17]) *Courant d'induction :* Lorsqu'un conducteur métallique replié de façon à ce que les deux extrémités soient en contact, en d'autres termes, lorsqu'un *circuit* métallique *A* est voisin d'un conducteur *B* dans lequel passe un courant électrique, il se produit en *A* un courant chaque fois que l'on établit ou que l'on interrompt le courant de *B*. Le courant ainsi produit est un *courant d'induction*. Il ne dure qu'un instant, tandis que celui dans *B*, qui dure tant qu'on ne l'interrompt pas, est *continu*. Pour pouvoir utiliser le courant d'induction, il faut le produire un très grand nombre de fois en un temps très court, ce qui se fait en interrompant et en établissant très rapidement le courant inducteur dans le circuit *B*. On obtient alors ce qu'on appelle un courant *alternatif*. Ces courants sont de plusieurs genres, dont le *triphasé* est le plus employé. Il nécessite trois conducteurs, dont un peut être remplacé par la terre, ou les rails lorsqu'il s'agit de traction électrique.

moyen d'une bobine de Ruhmkorff. Cet oscillateur affectait un cohéreur mis en circuit avec une pile et un récepteur ([18]). Cet appareil ne permettait pourtant pas d'obtenir des effets à grande distance, parce que et le transmetteur et le récepteur présentaient de nombreuses imperfections.

Examinons d'abord le transmetteur :

1° Celui-ci ne pouvait produire dans l'éther ([19]) des perturbations ([20]) s'étendant au loin parce qu'il ne possédait pas de concentrateur ([21]) d'ondes ([22]) et que le rayonnement était sphérique.

2° L'action du champ électrique ([23]) était presque nulle sur le cohéreur pour le motif que les deux pôles positif et négatif, agissaient d'une façon presque égale ([24]) : la différence des charges électrostatiques induites ([25]) dépendait de la différence des distances séparant le circuit du cohéreur de chacun des pôles du transmetteur.

3° Le champ électromagnétique ([26]) des spires avait une action

---

([18]) *Récepteur :* Le récepteur le plus employé est l'appareil Morse. Il consiste essentiellement en un électro-aimant (pièce de fer autour de laquelle est enroulé un fil isolé) qui est relié à la ligne télégraphique. Lorsqu'un courant passe, l'électro attire son armature, laquelle, formant levier, appuye sur une bande de papier qui vient toucher un encreur. La bande de papier avance par un mouvement d'horlogerie. Suivant que le courant passe pendant un instant ou pendant quelques secondes dans l'électro, la bande touche un instant ou quelques secondes l'encreur et porte ou un point ou une barre. Les points et les barres servent à former les lettres de l'alphabet Morse.

([19]) *Ether :* milieu hypothétique qui sert à la propagation des ondes électromagnétiques et, par conséquent aux ondes lumineuses qui sont aussi des ondes électro-magnétiques.

([20]) *Perturbations :* En effet, les perturbations qu'un oscillateur produit dans l'air peuvent être comparées à celles que le son produit dans l'air ou mieux à celles que produit dans l'eau la pierre qu'on y jette.

([21]) *Concentrateur :* Ce qu'on appelle « l'antenne », n'est en effet qu'un concentrateur d'ondes. Elle concentre, en effet, les ondes et les propage dans des plans normaux à son axe, alors que sans elle, elles rayonneraient sphériquement dans l'espace.

([22]) *Ondes :* Les lignes ou surfaces concentriques qui se produisent dans une masse fluide (l'eau, l'air, l'éther) dont un des points a reçu une impulsion.

([23]) *Champ électrique :* De même qu'une lampe intéresse par ses *rayons* lumineux un certain espace, de même un conducteur chargé d'électricité intéresse par ses *lignes de force* électriques un certain espace. Il produit des variations du niveau électrique des différents points qui l'entourent. L'espace dans lequel cette action se fait sentir est le *champ électrique.*

([24]) *Presque égales :* L'action est identique à celle de deux forces égales mais contraires agissant sur un même point. Leurs effets se détruisent.



presque nulle sur le circuit du cohéreur parce que les deux parties de chaque spire agissaient avec des forces contraires presque égales [27].

En somme, dans ce dispositif, c'était le champ magnétique variable [28] du noyau [29] de la bobine [30] qui produisait un courant d'induction [31] capable d'impressionner le cohéreur. Ce champ magnétique pouvait, du reste, agir directement sur la limaille, si celle-ci était magnétique [32] comme dans les cohéreurs magnétiques Tissot, Rochefort et Cervera [33].

D'autre part, le récepteur offrait trop peu de surface pour capter les ondes [34]. Le circuit ne se prêtait pas beaucoup à l'induction électro-statique [35] ni à l'induction électro-dynamique [36].

---

(25) *Charge électrostatique induite :* Lorsqu'un corps est chargé d'électricité, par exemple, au moyen d'une machine statique (note 3), il influence tous les conducteurs qui se trouvent dans les environs bien qu'ils ne soient pas en contact avec lui. La quantité d'électricité que ces corps prennent, est ce qu'on appelle la *charge électrostatique induite.* Elle est toujours de signe contraire à celle du corps qui l'a produite. Le corps qui influence s'appelle *inducteur ;* le corps influencé s'appelle *induit.*

(26) *Champ électromagnétique :* Au moment où un courant électrique s'établit, il donne lieu à une onde électromagnétique qui se transmet dans l'espace qui entoure le conducteur et se propage comme une onde lumineuse. Quand l'intensité du courant a acquis la même valeur dans tous les points d'une section d'un conducteur, le milieu ambiant est dans un état de tension qui se manifeste par une tendance à se contracter dans le sens des lignes de force magnétique (note 23) et à se dilater dans une direction normale à ces lignes. L'éther est alors dans un état d'équilibre caractérisé par des couches cylindriques concentriques au conducteur.

(27) *Forces contraires :* Lorsqu'un cercle est parcouru par un courant, une moitié du cercle est parcouru par un courant qui monte, l'autre par un courant qui descend. Dans les effets à distance, l'influence du courant qui monte et celle du courant qui descend se contrarient et s'entredétruisent (note 24).

(28) *Champ magnétique variable :* C'est le champ magnétique produit par un courant dont l'intensité varie. *Champ magnétique :* l'espace dans lequel se fait sentir l'action d'un système magnétique qui peut être soit un aimant, soit un conducteur parcouru par un courant.

(29) *Noyau :* voir note 7.

(30) *Bobine :* la bobine de Ruhmkorff.

(31) *Courant d'induction :* voir note 17.

(32) *Limaille magnétique :* limaille d'un métal susceptible d'aimantation.

(33) Ces messieurs ont construit des cohéreurs (note 5) à limaille magnétique dans lesquels il est possible, grâce à un aimant, d'attirer plus ou moins la limaille, ce qui a pour effet d'augmenter la pression de cette dernière et de faire varier sa résistance.

(34) Le phénomène est identique à un phénomène lumineux. Plus grande est la





Une fois impressionné, le cohéreur ne perdait sa résistance que sous l'impression d'un choc (37). Pour qu'il fut donc apte à une véritable communication télégraphique, cette dernière opération devait se faire automatiquement. Dans ce cas, l'appareil Marconi prenait une forme pratique. Pour le transmetteur, il empruntait le résonateur de Hertz (fig. 2), pour le récepteur, il employait un cohéreur muni de plaques résonatrices conformes à celles du transmetteur et décohéré automatiquement au moyen d'un électro-aimant (38) mis en mouvement par la pile du cohéreur soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire d'un relais (fig. 10) (39).

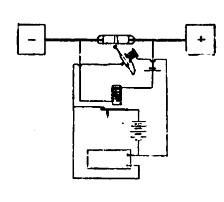


Fig. 10.
Récepteur Marconi avec plaques résonatrices et décohéreur.

Le dispositif du récepteur que nous venons de décrire avait une grande analogie, par suite de son décohéreur, avec celui expérimenté en 1895 par Popoff (40) en Russie (fig. 11). Nous n'oserions toutefois affirmer que Marconi ait eu connaissance des travaux du savant

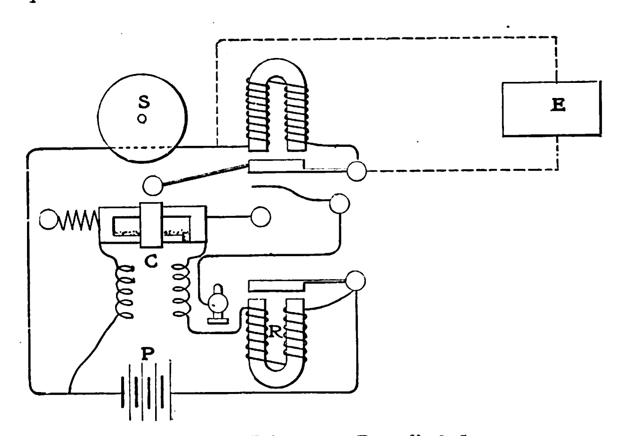


Fig. 11. Récepteur Popoff 1895.
C. Cohéreur ; P. Pile ; S. Sonnerie ; E. Enregistreur ; R. Relais.

---

surface exposée à la lumière, plus grande est la quantité de lumière captée. De même pour la captation des ondes électriques.

(35) *Induction électrostatique :* voir note 25.

(36) *Induction électrodynamique :* l'induction due à un courant électrique. (Voir note 17.)

(37) *Choc :* Les grains de limaille sous l'influence d'étincelles microscopiques s'accolent ; le choc sert à les disjoindre, à les *décohérer*. L'appareil employé à cet effet est le *décohéreur*.

russe. Dès le moment où Marconi destinait ses appareils à un usage télégraphique, la conception d'un décohéreur automatique devait se présenter naturellement à son esprit, conception dont la réalisation ne souffrait, au surplus, aucune difficulté.

Comme Hertz, Marconi fit aussi usage de réflecteurs (fig. 12). Le dispositif où Marconi faisait usage des plaques résonatrices de Hertz au transmetteur et au récepteur, mérite d'attirer un moment notre attention, car il réalisait ce que l'on a appelé depuis la « syntonisation » (42).

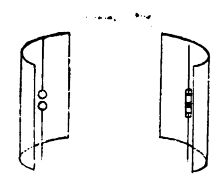


FIG. 12.
Télégraphie sans fil avec réflecteurs.

Tout d'abord, qu'est la syntonisation ? Pour s'en rendre bien compte, il est nécessaire de rappeler quelques données de physique : Si un conducteur est parcouru par des « ondes stationnaires » (43) il se produit des points où la tension (44) est nulle — ce sont les nœuds (45) — et d'autres, où la tension oscille de zéro à une certaine valeur qui dépasse celle de tout autre point, — ce sont les ventres (fig. 13). La différence de potentiel (46) la plus grande est placée entre les deux points correspondants à deux ventres (de la tension) de signes contraires.

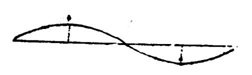


FIG. 13.
Onde stationnaire.

---

(38) *Electro aimant :* noyau de fer doux autour duquel est enroulé un conducteur. Lorsqu'un courant passe dans l'enroulement, le noyau s'aimante.

(39) *Relais :* voir note 7.

(40) POPOFF : professeur à l'Université de Cronstadt, inventeur du premier récepteur complet de télégraphie sans fil. Ce dispositif ne diffère que dans les détails de celui employé par Marconi.

(41) *Réflecteur :* appareil pour réfléchir les ondes électriques, comme on réfléchit les ondes lumineuses.

(42) *Syntonisation :* synonyme d'*accord*. Un récepteur ne répond à un transmetteur que s'il est accordé avec lui, de même qu'un diapason ne répond à un son que s'il est accordé avec ce son.

(43) *Ondes stationnaires :* celles dont les nœuds et les ventres se produisent à des points fixes et bien déterminés. (Voir note 45).

(44) *Tension :* voir note 16.

(45) *Nœud :* le point où la vibration électrique est nulle par opposition aux *ventres* où la vibration est maximum. Le même phénomène est mis en évidence par la vibration d'une corde de violon garnie de chevalets de papier. Lorsque la corde vibre on constate que certains points restent immobiles, ce sont les nœuds, et que d'autres exécutent des mouvements maximum, ce sont les ventres.

Or, dans un résonateur ([47]), plus grande est la différence de potentiel et plus grande sera la longueur d'étincelle. Si on règle donc le résonateur de sorte qu'il ne fonctionne, — c'est à dire produise des étincelles, — qu'avec la dite différence de potentiel, il est évident qu'il ne fonctionnera pas si on le place entre deux autres points quelconques. Cette propriété des ondes stationnaires dans des fils a été mise à profit pour montrer que la distance explosive ([48]) dans un résonateur de Hertz promené au milieu d'un champ ordinaire (fig. 14) ([49]) est nulle entre deux nœuds ou deux ventres de mêmes signes et maximum entre deux ventres de signes contraires. Comme nous le verrons plus loin, il y a là un moyen de réaliser, *dans une certaine mesure*, à la fois le secret des dépêches et la multicommunication ([50]).

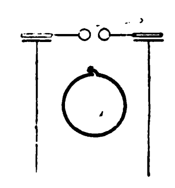


Fig. 14. Résonateur hertzien promené au milieu d'un champ ordinaire.

Si nous considérons les premiers appareils Marconi, où il y a les plaques résonatrices de Hertz, nous voyons que le cohéreur se trouve disposé entre deux ventres de signes contraires, à la condition, bien entendu, que les plaques de chaque appareil — plaques que nous supposons égales, soient placées vis-à-vis les unes des autres. En effet, comme l'a vérifié M. Tommasina ([51]), si les effluves ou lignes de force électrique ([52]) sont perpendiculaires à la surface du radiateur

---

([46]) *Différence de potentiel :* différence du niveau électrique.

([47]) *Résonateur :* voir note 4.

([48]) *Distance explosive :* distance séparant les deux boules d'un oscillateur (note 3). Elle représente la *longueur* d'étincelle.

([49]) *Champ ordinaire :* le champ compris entre deux fils parallèles parcourus par des ondes stationnaires d'égale longueur et disposé de façon que les nœuds soient vis à vis l'un de l'autre et que les ventres de signes contraires soient en face l'un de l'autre.

([50]) *Multicommunication :* celle qui permet l'échange simultané de plusieurs dépêches entre plusieurs appareils.

([51]) Tommassina, physicien suisse, ex-professeur à l'Université de Genève, bien connu par ses expériences de télégraphie sans fil. Il est l'inventeur du cohéreur à mercure, précédemment attribué à M. Castelli.

([52]) *Ligne de force électrique :* voir note 23,

([53]) *Radiateur :* ensemble de l'antenne et de l'oscillateur.

([54]) *Bobine d'induction :* bobine de Ruhmkorff. (Voir note 3).

([55]) *Fil :* c'est ce qu'on a depuis appelé *antenne.*

([56]) *Condensateur :* voir ncte 8.

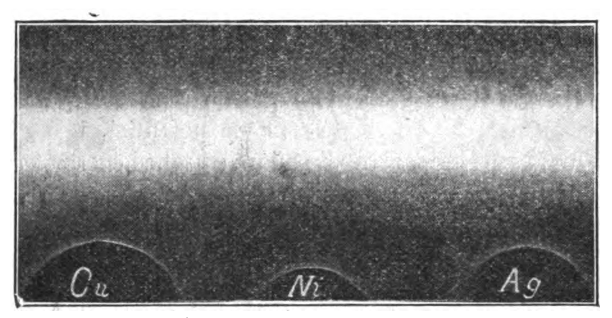


FIG. 15. Expérience de M. Tommasina.

(fig. 15) ([53]), une certaine orientation (fig. 16) est indispensable pour



FIG. 16.

établir les communications à grande distance. Dans la pratique, et tout particulièrement quand la conception bien nette du phénomène fait défaut, il est difficile de réaliser cette condition. La difficulté est encore accrue s'il s'agit de stations en mouvement comme sont les navires.

Par contre, si les lignes de force électrique ne se propageaient pas perpendiculairement à la surface du radiateur, les communications à grande distance seraient également impossibles, parce que chaque plaque du transmetteur agirait avec une intensité presque égale et contraire sur chaque plaque du récepteur. D'où nécessité de modifier les appareils Marconi. Le premier changement à apporter à la fois au transmetteur et au récepteur était la suppression d'une des plaques afin d'éviter les effets contraires qui pourraient se produire. Si on transformait, en outre, les appareils, de telle sorte que, en plus de l'induction électro-statique, ils permettaient l'induction électro-magnétique, leur pouvoir de transmission devait, par le fait même, se trouver grandement accrû.

Or, en décembre 1891, Edison (brevet des Etats-Unis 465-971) revendiquait (fig 17, 18, 19) un appareil de télégraphie sans fil des plus avantageux pour les communications sur terre et sur mer. Cet appareil était constitué comme suit :

1° au transmetteur (fig. 20) : le secondaire d'une bobine d'induc-

tion ([54]) aboutissait d'une part, à la terre et d'autre part à un fil ([55]) placé à une hauteur plus ou moins grande et relié à une plaque de métal.

2° au récepteur (fig. 21) : l'enroulement d'un téléphone y était connecté de la même manière. Des obstacles venaient-ils à s'interposer entre les stations en communication, alors Edison recourait à des ballons captifs (fig. 22). Au dire de l'inventeur, son dispositif constituait un condensateur ([56]) dans lequel les plaques ou fils faisaient les armatures et l'air, le diélectrique. Le dispositif d'Edison donnait lieu à une induction électrostatique et à une induction électrodynamique.

Un autre fait a ici de l'importance. En 1885, on transmit des conversations téléphoniques à 2000 mètres de distance entre deux

Fig. 17.
Vue schématique des transmetteur et récepteur Edison.

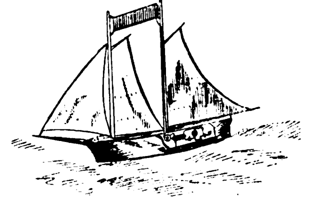


Fig. 18.
Navire pourvu des appareils Edison pour la télégraphie sans fil.

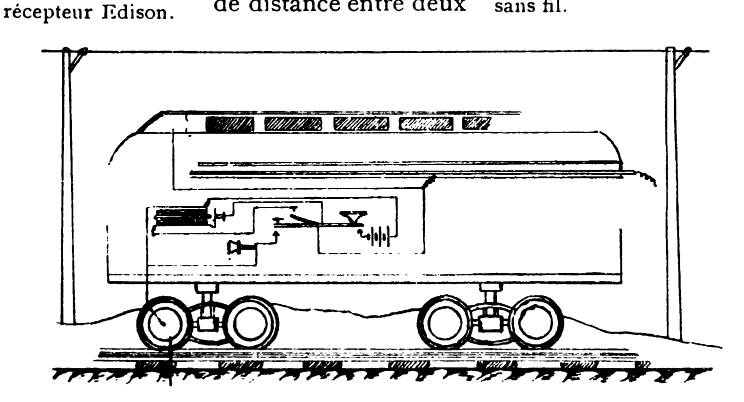


Fig. 19. Télégraphe sans fil Edison pour communications avec les trains en marche.

fils parallèles ([57]) du réseau de Londres. Or, si l'on considère combien est faible l'énergie d'un transmetteur téléphonique ([58]) et combien grande est celle d'un oscillateur ([59]) au moment de la décharge, on

---

([57]) *Fils parallèles :* l'expérience a démontré qu'entre deux fils non parallèles l'induction est moindre et devient nulle si les fils sont placés à angle droit.

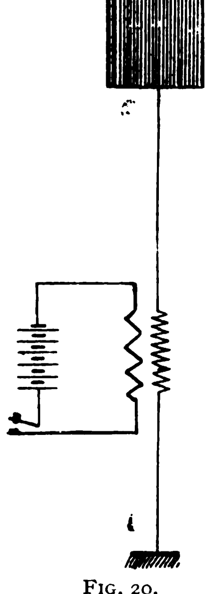
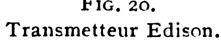



Fig. 20.
Transmetteur Edison.

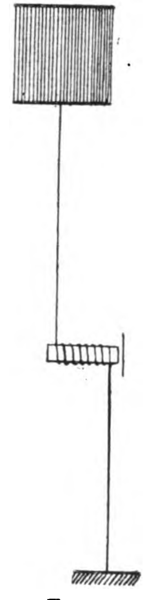


Fig. 21.
Récepteur
Edison.

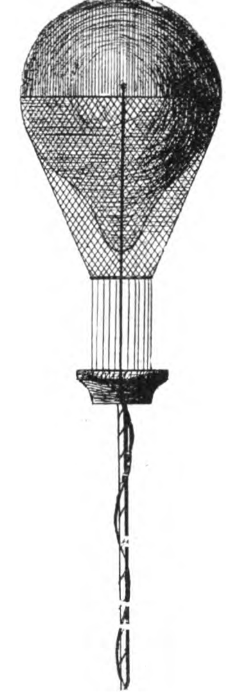


Fig. 22.
Ballon captif pour
la télégraphie sans fil
système Edison.

se fera aisément une idée de la puissance des effets qui se produisent entre deux fils parallèles, l'un relié à un oscillateur, l'autre à un téléphone, – comme c'est le cas pour l'appareil Edison, — ou à un cohéreur, comme dans celui de Popoff. De toute façon, ce qu'il importe d'éviter dans les expériences d'induction électrodynamique, ce sont les conducteurs doubles à chacun des postes parce que leurs effets se contrarieraient inévitablement (60).

Deux voies se présentaient donc :

1° Employer — comme le fit Edison — un circuit ouvert (61) dans lequel l'énergie est le produit de la capacité (62) par la fréquence (63) ;

---

(58) *Transmetteur téléphonique :* On ne peut mettre en jeu dans un microphone qu'un courant de quelques volts et de quelques millièmes d'ampères, sinon il se produit des craquements et la communication perd de sa netteté.

(59) *Oscillateur :* voir note 3.

(60) *Se contrarieraient inévitablement* : voir note 27.

(61) *Circuit ouvert* : Un circuit est ouvert lorsqu'il est interrompu métalliquement. Un circuit peut être fermé par la terre qui fonctionne comme un conducteur de résistance nulle.

2° Fermer le circuit par la terre (fig. 23) (système Preece) ([64]).

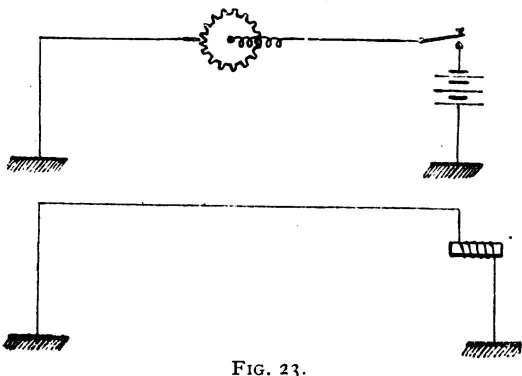


Fig. 23.
Système Preece de télégraphie sans fil.

Marconi modifia ses appareils avec beaucoup de bonheur. Il prit d'une part le transmetteur d'Edison qu'il compléta d'un oscillateur à quatres boules (fig. 24) Righi ([65]) mis en dérivation aux bornes du secondaire de la bobine d'induction; il emprunta d'autre part, le récepteur de Popoff qu'il compléta (fig. 25) d'une capacité au sommet. Il y apporta aussi de nombreux perfectionnements qui, bien que de détail, sont fort importants dans la pratique tels que shunts ([66]), bobine d'impédance ([67]), etc.

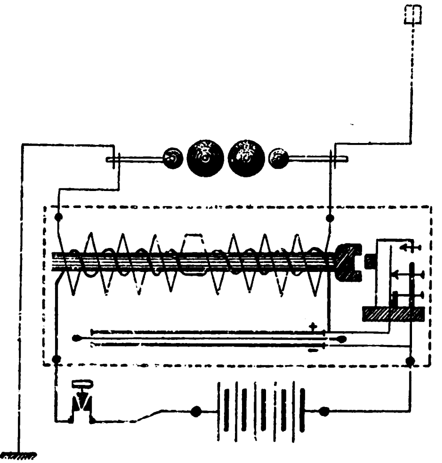


Fig. 24. Transmetteur Marconi 1897.

En fait, il est fort admissible que Marconi ne connût pas les travaux de ses devanciers. Mais, quoi qu'il en soit, — lui-même l'a déclaré au cours d'une conférence faite devant une Société savante de Londres, — c'est le hasard qui lui a fait découvrir l'avantage qu'il y avait à employer des fils verticaux ([68]).

([62]) *Capacité* : La quantité d'électricité qu'un conducteur peut recevoir sous un potentiel égal à 1 ; se dit aussi de l'objet qui reçoit cette quantité d'électricité.

([63]) *Fréquence* : Nombre des ondes produites par seconde.

([64]) Preece : (1834) ex-ingénieur en chef du Post-Office anglais. Actuellement expert de nombreuses Compagnies anglaises de télégraphie, notamment de compagnies de câbles sous-marins.

([65]) Righi : (1850) professeur à l'Université de Bologne.

([66]) *Shunt* : Résistance électrique branchée sur certains appareils pour absorber une partie du courant qui leur est envoyé.

Ce furent les appareils que nous venons de décrire qui servirent à Marconi pour ses expériences au-dessus du canal de Bristol, entre Penarth et Weston (15 kilom.) en mai 1897.

Ce furent ces dernières expériences qui, signalées au monde émerveillé, par le grand savant et l'électricien distingué qui est aujourd'hui l'adversaire le plus acharné de la télégraphie sans fil et surtout de Marconi, — j'ai nommé Sir W. H. Preece — attirèrent l'attention des électriciens d'abord et du grand public ensuite, sur ce qui devait être la plus grande découverte, la conception la plus remarquable, l'application la plus audacieuse du siècle de l'électricité.

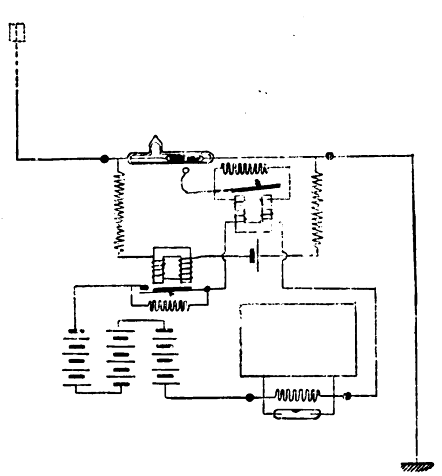


Fig. 25. Récepteur Marconi 1897.

Depuis les expériences à travers le canal de Bristol, les travaux de Marconi ont parcouru cinq étapes dignes d'attention et qui feront époque dans l'histoire de la télégraphie sans fil. Ces étapes sont marquées par les expériences suivantes :

1° Les expériences de la Spezzia qui eurent un retentissement considérable à cause de leur caractère officiel, du concours et du contrôle de la marine italienne ;

2° Les expériences entre Douvres et Boulogne, très importantes parce qu'elles démontrèrent la possibilité de relier par des communications des pays séparés par la mer et qu'elles firent connaître les nombreux progrès et perfectionnements des appareils ;

3° Les expériences entre Biot et Calvi qui permirent de relier la Corse à la France et furent les premiers essais officiels de communication à 175 kilom. de distance ;

4° Les expériences entre Poole et Sainte-Catherine par lesquelles fut démontrée la possibilité de remplacer les longues antennes par des cylindres appropriés ;

5° Les essais transatlantiques entre l'Angleterre et l'Amérique.

---

(67) *Bobine d'impédance* : Bobine servant à étouffer les courants variables.

(68) *Fils verticaux* : L'expérience a démontré que les fils horizontaux sont moins efficaces que les fils verticaux.

II.

Expériences de La Spezzia (1897).

Les expériences de la Spezzia eurent lieu en juillet 1897. Les plus importantes d'entre elles furent faites le 18 entre un poste fixe à San Bartoloméo avec antenne de 34 mètres et un poste mobile établi sur le *San Martino*, et pourvu d'une antenne de 28 mètres. La réception s'arrêta à 18 kilom. Diverses remarques furent faites au cours de ces essais. 1° La transmission était meilleure quand le navire s'éloignait que quand il s'approchait de San Bartoloméo.

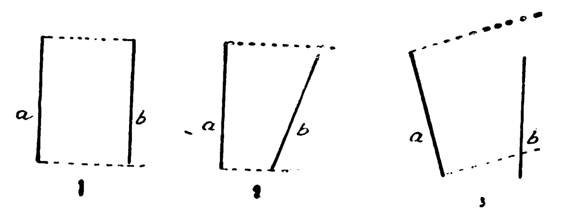


FIG. 26. *a* antenne transmettrice, *b* antenne réceptrice.

Dans le 1er cas les antennes sont parallèles et bien orientées. — Dans le 2me cas, elles ne sont pas parallèles, mais tout le faisceau rayonné par *a* atteint *b*, ce qui ne se vérifie pas pour le 3me cas.

Le fait fut expliqué par la position des antennes qui, dans le 1er cas, étaient parallèles (fig. 26) et permettaient ainsi d'obtenir le maximum d'induction électromagnétique [69].

2° Que les obstacles arrêtaient souvent les communications (fig. 27).



FIG. 27. Télégraphie sans fil à travers obstacle.

Les appareils que Marconi employa à la Spezzia étaient les mêmes

---

[69] *Induction électromagnétique* : courant naissant dans un conducteur placé au voisinage d'un autre produisant un champ électromagnétique variable, c'est-à-dire parcouru par un courant variable.

(fig. 28 et 29) que ceux employés pour communiquer à travers le canal de Bristol quelques mois auparavant.

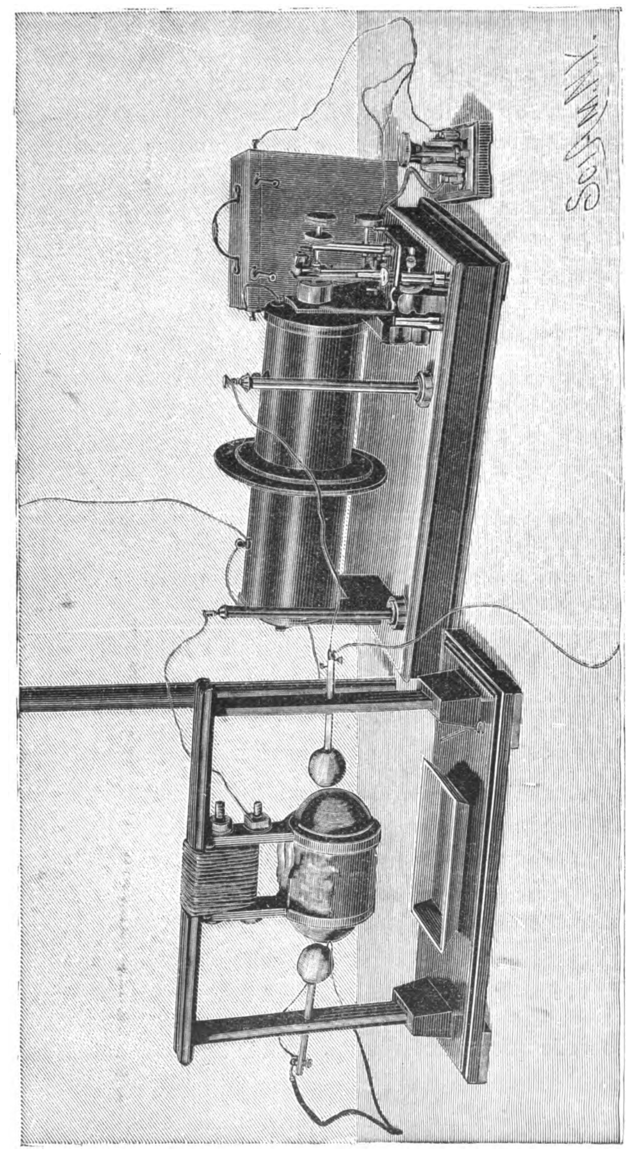


Fig. 28. Transmetteur Marconi employé à la Spezzia

Au cours des expériences qui nous occupent en ce moment,

quelques personnes qui y assistaient firent des observations à propos des appareils employés.

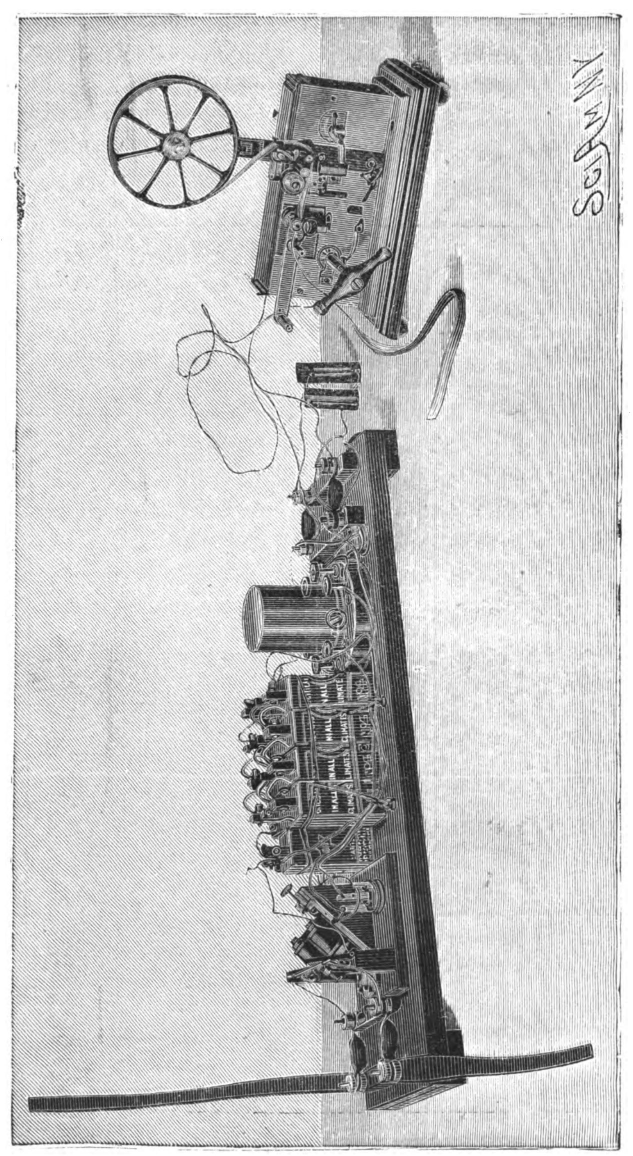


Fig. 29. Récepteur Marconi employé à la Spezzia.

Ainsi, M. Della Riccia, lieutenant du génie, proposa d'abandonner

l'oscillateur de Righi et de ne garder que les deux boules extérieures (*Rivista di Artiglieria e Genio*, sept. 1897). M. Della Riccia fit en effet remarquer à Marconi que l'avantage de l'oscillateur de Righi, c'est-à-dire celui de produire des ondes de très haute fréquence, disparaissait du moment où l'on faisait usage d'une longue antenne verticale — la seule réellement efficace — qui joue précisément le rôle inverse de l'oscillateur de Righi, c'est-à-dire qu'elle allonge la période ([70]) des ondes.

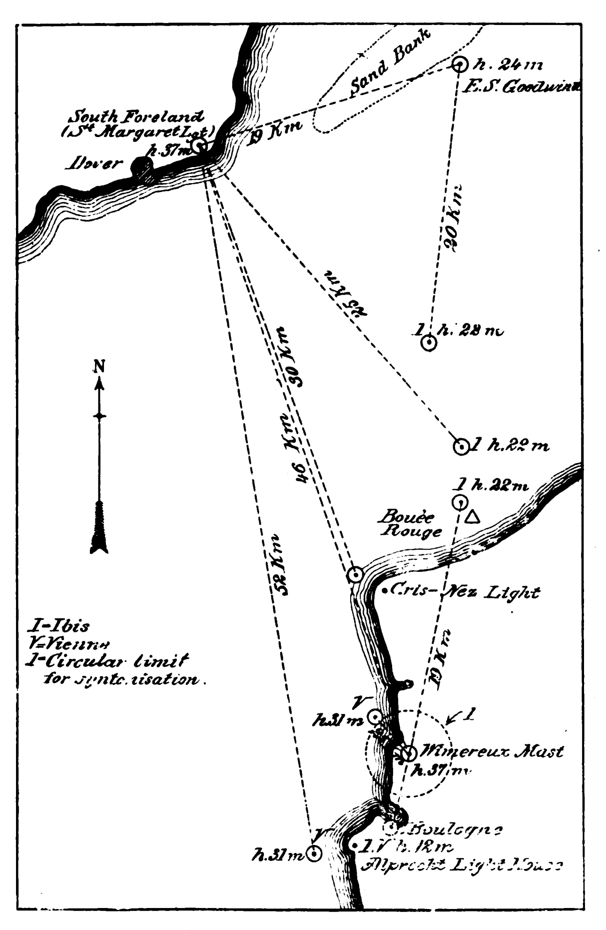


Fig. 30. Expériences de Marconi à travers la Manche.

([70]) *Période* : temps nécessaire pour la production d'une onde complète.

Ajoutons à cette objection que la production de trois étincelles au lieu d'une ne peut qu'augmenter la perte sous forme de chaleur et de lumière, perte qui atteint 50 °/₀ de l'énergie totale.

M. Della Riccia fit, en outre, remarquer dans son rapport que, pour soustraire le récepteur à l'action directe des ondes du transmetteur, il serait avantageux de renfermer le premier dans une caisse métallique ([71]).

Comme nous le verrons plus loin, Marconi, dans ses brevets ([72]) et dans ses essais ultérieurs, tint strictement compte des observations de M. Della Riccia, tout en donnant aux appareils la forme que la pratique lui montra la meilleure.

III

Expériences à travers la Manche (1899).

En mars 1899, c'est-à-dire environ deux ans plus tard, Marconi effectua ses expériences de communication sans fil à travers la Manche (fig. 30). Elles eurent lieu : 1° entre South Foreland et Wimereux, distance 46 km. avec antennes de 37 mètres ; les deux postes étaient en vue l'un de l'autre;

2° entre le navire *Ibis* (fig. 31) et le bateau-phare *Goodwin*, distance 20 km. avec antennes respectives de 22 et 24 mètres ;

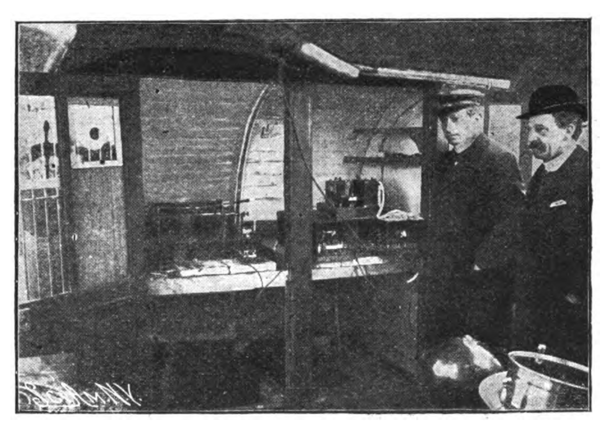


Fig. 31.
Le poste Marconi sur le navire *Ibis*. La personne que l'on voit au milieu est Marconi.

([71]) Une caisse métallique fermée est, en effet, impénétrable aux ondes électriques.

([72]) Brevet anglais du 10 décembre 1897, n° 29.306.

3° entre l'*Ibis* et South Foreland, distance 30 km. avec antennes de 22 et 45 mètres ;

4° entre la *Vienne* et South Foreland, distance 52 km. avec antennes de 31 et 37 mètres.

Le transmetteur était constitué (fig. 32) comme M. Della Riccia l'avait indiqué en 1897 : un oscillateur à deux boules était relié,

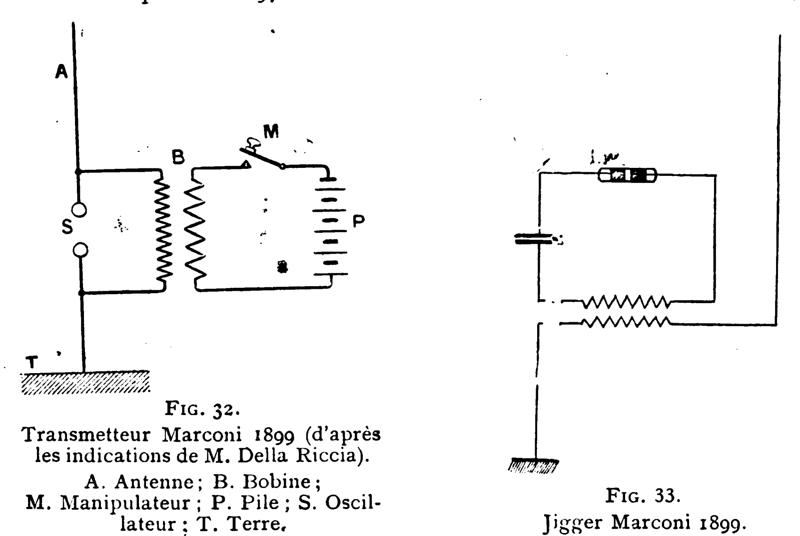


Fig. 32.
Transmetteur Marconi 1899 (d'après les indications de M. Della Riccia).
A. Antenne ; B. Bobine ;
M. Manipulateur ; P. Pile ; S. Oscillateur ; T. Terre.

Fig. 33.
Jigger Marconi 1899.

d'une part, à la terre et de l'autre à une antenne. Pour éviter les perturbations de l'électricité atmosphérique ([73]) et surtout pour réaliser la syntonisation, Marconi y fit usage de son jigger (fig. 33) ([74]), dans lequel l'antenne aboutissait à la terre à travers le primaire d'une bobine d'induction dont le secondaire était mis en circuit avec un condensateur et un cohéreur connecté comme à l'ordinaire.

Ce dispositif permettait, outre les autres buts visés, de réaliser les deux désiderata que voici :

1° communiquer plus vite ;

2° communiquer plus loin.

([73]) *Perturbations de l'électricité atmosphérique* : les décharges électriques de l'atmosphère, autrement dit l'éclair, produisent des ondes hertziennes et peuvent par conséquent influencer les récepteurs de télégraphie sans fil et gêner les communications.

([74]) *Jigger* : nom donné par Marconi à son dispositif pour réaliser la syntonisation. Il se compose d'un condensateur et d'une bobine d'induction spéciale.

Comme cela semble assez étrange à première vue, nous y insisterons un instant.

Nous avons dit précédemment que le cohéreur est un condensateur qui fonctionne lorsque la charge q est suffisante.

Or, dans tout condensateur qui se respecte, la charge q est égale à CVt où C est la capacité du cohéreur, V la différence de potentiel qu'on applique à ses bornes et t le temps pendant lequel la différence de potentiel V est appliquée. Or, le transformateur ([75]) effectue la transformation de l'onde de basse à haute tension. Dès lors, tout en gardant constant le terme q on peut abréger le terme t : cela a pour conséquence l'augmentation de la vitesse de transmission. En outre, la même augmentation du terme V permet d'avoir une charge q sans augmenter le terme t ce qui revient à dire qu'on peut augmenter la distance de transmission tout en gardant la vitesse commercialement nécessaire.

Le récepteur était renfermé dans une caisse métallique. Marconi fit en outre usage de beaucoup d'autres précautions en vue de soustraire le récepteur à l'influence du transmetteur (fig. 34).

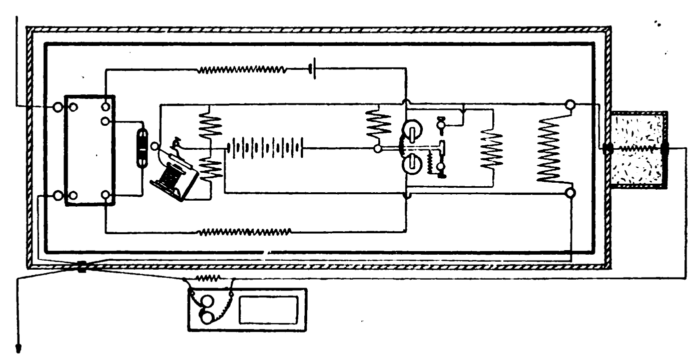


FIG. 34.
Récepteur complet Marconi employé dans les expériences à travers la Manche.

Dans les installations dont nous venons de parler, une antenne unique servait à la réception et à la transmission et était commutée ([76]) suivant le cas, par la clef Morse ([77]) actionnant la bobine

([75]) *Transformateur* : bobine d'induction effectuant la transformation de basse à haute tension (bobine de Ruhmkorff, par exemple) ou de haute à basse tension.

([76]) *Commutée* : afin de faire servir la même antenne tantôt pour la transmission, tantôt pour la réception.

([77]) *Clef Morse* ou *manipulateur* : appareil composé d'un levier et servant à interrompre ou établir le courant de transmission pendant le temps nécessaire à la formation des points et des barres du code Morse.

(fig. 35). L'accord était réalisé d'une façon vraiment primitive grâce à deux filets métalliques reliés à la terre et qu'on éloignait ou rapprochait de l'antenne (fig. 36). Cette dernière était inclinée au dessus de la mer, probablement pour éviter que le faisceau de radiations émis par l'antenne transmettrice n'atteignit l'antenne réceptrice dans une partie trop élevée. (fig. 37).

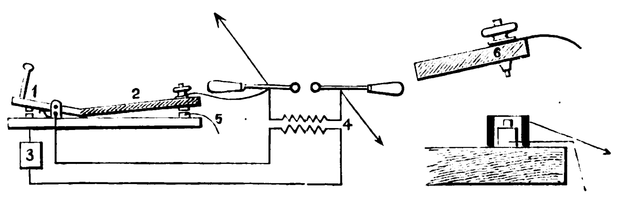


Fig. 35. Clef Morse commutant l'antenne.
1. Manette; 2. Prolongement de la clef; 3. Batterie d'accumulateurs; 4. Bobine d'induction; 5. Terre; 6. Détail de l'attache de l'antenne à la clef Morse.

A propos de l'accord, quelques-uns des assistants, notamment le capitaine du génie français Ferrié [78], firent remarquer que des dispositifs bien plus simples en permettaient la réalisation, entre autres des condensateurs au transmetteur. Nous trouverons plus loin des arrangements identiques.

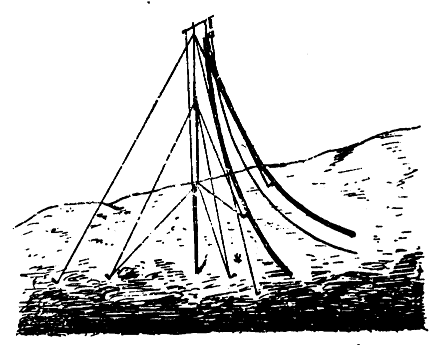


Fig. 36.
Manière dont Marconi réalisait l'accord en 1899.

Un accident empêcha Marconi de donner une grande extension aux expériences du secret des dépêches par la syntonisation. La commission reconnut toutefois qu'au delà d'un rayon de 2 1/2 kilom. la syntonisation était réalisable.

Puisque nous allons démontrer tout à l'heure que la syntonisation ne pourra jamais donner *d'une façon absolue* la solution des problèmes soit du secret des dépêches, soit de la multicommunication ; puisqu'aussi bien le scepticisme concernant la syntonisation et ses effets

---

(78) Ferrié : capitaine du génie, attaché au ministère de la guerre. Il fut nommé rapporteur pour les expériences de Marconi en France. Il est l'inventeur de plusieurs dispositifs et a effectué de très intéressantes expériences de télégraphie sans fil.

est très répandu, nous croyons utile de nous arrêter encore un instant à cette question intéressante, tout en rappelant au lecteur ce que nous avons dit au début de cet article.

Si nous considérons le jigger [79] Marconi, que nous avons décrit tout à l'heure, nous voyons qu'aux bornes du secondaire, qui est long d'un quart de la longueur d'onde, il se forme un nœud [80] de la tension du côté qui est connecté au condensateur, tandis qu'il se forme un ventre du côté relié directement au cohéreur (fig. 38). Supposons maintenant qu'à la station de transmission, au moyen de 2 transmetteurs différents, on transmette d'abord des ondes d'une longueur quadruple, ensuite des ondes d'une longueur double de la longueur du secondaire du transformateur [81]. En prenant comme point de départ le fait cité plus haut que près du condensateur se trouve un nœud de la tension [82], nous nous apercevons que le cohéreur se trouve entre deux nœuds de la tension lorsque l'on transmet des ondes d'une longueur double de celle du secondaire, tandis qu'il se trouve entre un ventre et un nœud lorsqu'on transmet des ondes longues de 4 fois la longueur du secondaire.

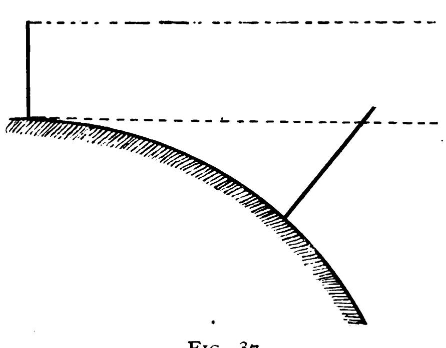


FIG. 37.

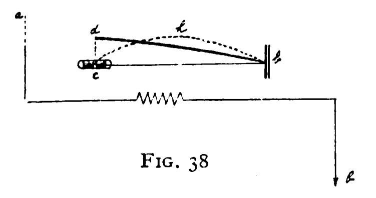


FIG. 38

Fonctionnement du jigger Marconi.

a. Antenne; *b*. Condensateur; *c*. Cohéreur; *h*. Ventre d'une onde longue de la longueur du secondaire du jigger; *d*. Ventre d'une onde longue de 4 fois la longueur du secondaire du jigger.

---

(79) *Jigger* : voir note 74.

(80) *Nœud* : voir note 45.

(81) On peut varier la longueur d'onde en faisant varier la capacité, la self-induction et la résistance du circuit. La self-induction est une sorte d'inertie. De même qu'un corps qui se met en mouvement doit vaincre son inertie, de même un courant qui s'établit doit vaincre la self-induction.

(82) Une comparaison avec l'hydraulique fera mieux comprendre ce point. Supposons qu'on verse une quantité déterminée d'eau successivement dans un réservoir de petite section, dans un autre de section plus grande, enfin dans un

Le cohéreur ne fonctionne pas dans le premier cas, mais il fonctionne dans le second ([83]). Sans entrer dans de plus amples détails, nous pouvons dire que c'est là-dessus qu'est basée la possibilité du secret des dépêches, secret qui n'est garanti que pour autant qu'on le veuille bien ; encore faut-il beaucoup de bonne volonté et le hasard doit-il avoir la complaisance de ne pas intervenir.

Si, d'un autre côté, nous transmettons en même temps deux ondes ayant chacune une des longueurs précitées et si nous faisons usage au récepteur de deux jiggers dont le secondaire de la bobine ait respectivement comme longueur 4 fois la longueur d'ondes — les deux sortes d'ondes étant entre elles comme 2 à 1 — un raisonnement analogue nous permettrait de démontrer que chaque récepteur pourra fonctionner indépendamment de l'autre et simultanément avec lui : c'est la multicommunication.

IV

Expériences entre Poole et Ste-Catherine (1900).

Durant le printemps 1900, Marconi remplaça, dans ses expériences entre Poole et Ste-Catherine (distance 31 milles), les longues antennes verticales par des cylindres concentriques (fig. 39). Dans le cas des fils de grande longueur, c'était l'induction électro-dynamique qui prédominait; dans le cas des cylindres concentriques, l'élément prédominant est l'induction électrostatique ([84]).

Le système de deux cylindres concentriques dont l'interne est mis à la terre, présente une très grande capacité. Les ondes, pour passer de Poole à Ste-Catherine, devaient traverser la mer (fig. 40). Celle-ci se comporte à l'égard des lignes de force électrique comme un corps translucide par rapport aux rayons lumineux ([85]). En supposant les lignes de force électrique perpendiculaires à la surface des cylindres

---

autre de section infinie. Le niveau de l'eau sera très élevé dans le premier ; il le sera moins dans le second, et ne variera pas dans le troisième.

([83]) parce que, dans le premier cas, le cohéreur se trouve entre deux points au même niveau électrique, tandis que dans le second il se trouve entre deux points ayant une différence de niveau électrique suffisante pour qu'il fonctionne.

([84]) Un système de deux cylindres tel que celui employé par Marconi présente une grande capacité. Cette capacité est encore accrue par le fait que Marconi relie le cylindre intérieur à la terre, grand réservoir d'électricité et, par conséquent, grande capacité électrique.

([85]) *Translucide* : Corps laissant passer la lumière, mais avec une absorption plus ou moins grande.

(fig. 41), il faudra, pour obtenir l'effet le meilleur, c'est à dire sans réflexion au fond de la mer, que les deux cylindres, supposés égaux et droits, soient compris entre les plans normaux passant par leurs bases (fig. 42). Si le système à cylindres n'a pas reçu, pour le moment du moins, une application très étendue, c'est que les obstacles (fig. 43) absorbent une forte partie de l'énergie des lignes de force électrique ([86]) et que l'orientation est nécessaire pour obtenir des effets efficaces. Les cylindres employés dans les essais dont nous parlons en ce moment avaient $1^{m}50$ de diamètre et 7 mètres de haut. Ces expériences ont en outre, une importance historique par les tentatives de multicommunication que Marconi et son associé, le professeur Fleming ([87]), y firent.

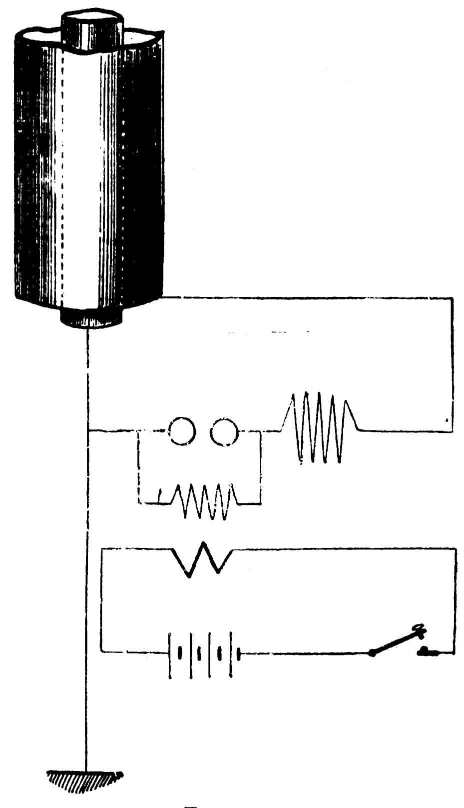


FIG. 39.
Transmetteur Marconi employant comme antenne deux cylindres concentriques.

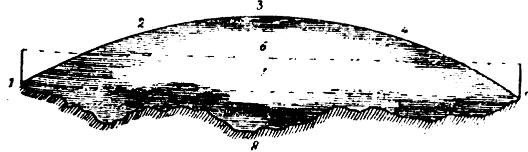


FIG. 40. Faisceau d'ondes traversant la mer.
1. Antenne transmettrice ; 5. Antenne réceptrice ; 2-3-4. Surface de la mer ; 6. Mer ; 7. Faisceau de radiations ; 8. Fond de la mer.

([86]) Ils se comportent en somme, comme les corps translucides.

([87]) FLEMING, né le 29 novembre 1849, professeur de l'University College de Londres. Il est l'associé de Marconi et de la Société Marconi dont il défend, dans ses conférences et ses écrits, les intérêts et les actes.

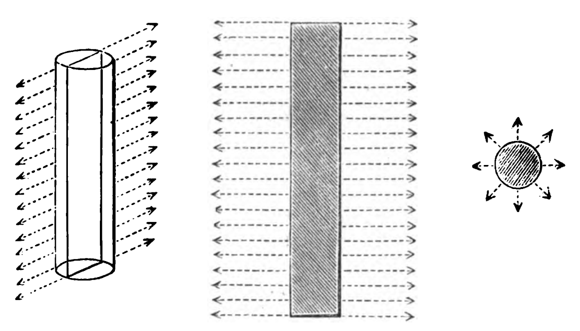


Fig. 41.
Lignes de force électrique perpendiculaires à la surface des cylindres.

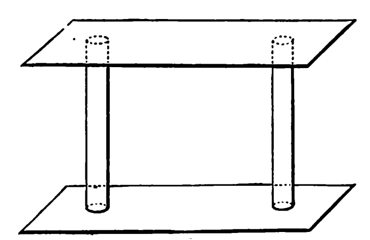


Fig. 42.
Cylindres droits égaux compris entre deux plans passant par leur base.



Fig. 43.
Postes récepteur et transmetteur séparés par des obstacles (maisons, arbres, etc).

V

Essais entre la Corse et la France (1901).

Dès 1899, M. le prof. Braun, d'une part, et nous-mêmes, de l'autre, nous avons insisté sur les avantages présentés par les antennes multiples dont Slaby fit depuis usage (fig. 44). Nous avons également (dans notre brevet belge du 24 juin 1899 et dans notre brevet anglais n° 1555 du 24 janvier 1900) montré l'avantage des antennes réceptrices à large surface.

Le jigger employé par Marconi dans ses expériences à travers la Manche ne donna pas non plus tous les résultats qu'en pratique on en peut obtenir. En effet, alors que dans le dispositif avec plaques résonatrices de Hertz, le cohéreur se trouvait inséré entre deux

ventres de la tension de signes contraires, dans le jigger de 1899, il se trouve entre un nœud (le condensateur) et un ventre.

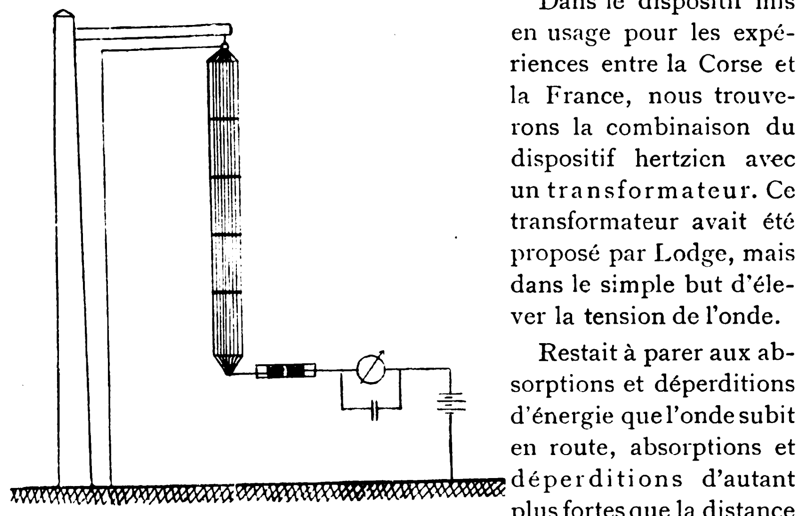


Fig. 44. Récepteur Slaby avec antenne multiple.

Dans le dispositif mis en usage pour les expériences entre la Corse et la France, nous trouverons la combinaison du dispositif hertzien avec un transformateur. Ce transformateur avait été proposé par Lodge, mais dans le simple but d'élever la tension de l'onde.

Restait à parer aux absorptions et déperditions d'énergie que l'onde subit en route, absorptions et déperditions d'autant plus fortes que la distance est plus grande (88). Pour y parvenir, il fallait trouver un moyen d'augmenter l'énergie mise en mouvement tout en faisant usage d'un circuit ouvert. Or, l'énergie de décharge CV^2 dépend de la différence de potentiel aux bornes du secondaire et de la capacité du système (89). Si le terme V ne peut être élevé que dans une mesure très restreinte, limitée du reste par la pratique, il nous reste le terme C. Dans nos expériences de 1900, publiées dans *l'Electrician* de Londres (9 novembre 1900) nous avons fait usage (fig. 45) au transmetteur d'un arrangement analogue à celui que M. De Forest a employé avec succès dans ses remarquables et intéressantes expériences, c'est à dire un oscillateur relié d'une part à une antenne et d'autre part à la terre, avec un condensateur en dérivation sur l'oscillateur (90). Ce dispositif ne serait toutefois pas l'idéal : le courant oscillant au lieu d'aller dans l'antenne, se

(88) Le nombre des obstacles peut, en effet, augmenter avec la distance.

(89) En effet, si nous comparons le circuit de décharge à l'explosion d'une bonbonne contenant des gaz comprimés, nous voyons que pour obtenir une étincelle plus puissante la tension doit être plus forte, de même que pour obtenir une forte explosion les gaz doivent être fortement comprimés.

(90) *En dérivation sur l'oscillateur :* branché sur l'oscillateur, relié aux deux boules de celui-ci.

perd en grande partie dans le circuit fermé (condensateur), à moins que l'antenne n'ait une capacité qu'on ne peut lui donner dans la pratique et à moins qu'elle ne soit en circuit fermé.

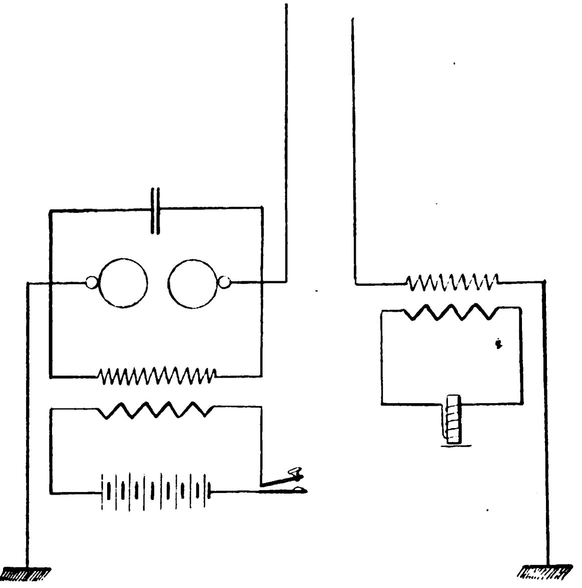


Fig. 45.
Dispositif Guarini pour mettre en jeu de grandes énergies. Le récepteur est constitué par un transformateur combiné avec un téléphone.

Une solution heureuse est évidemment de disposer l'antenne près du circuit fermé parcouru par la décharge oscillante ([91]) : telle est la 7e revendication (fig. 46) de notre brevet belge du 24 juin 1899, et la 3e de notre brevet anglais no 1555 du 24 janvier 1900. Nous devons à la vérité d'ajouter, — comme nous l'avons du reste déclaré dans nos brevets, — que nous poursuivions un but différent : celui de permettre la multicommunication en rendant la longueur d'onde quasi-indépendante de la capacité, self-induction de l'antenne ou fil qui conduit au loin les ondes. La *méthode inductive* ([92]) dont le professeur Braun a été un

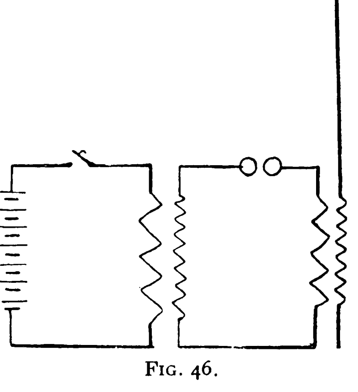


Fig. 46.
Méthode inductive Guarini 1899.

des premiers promoteurs (fig. 47), est, en effet, *indispensable* pour réaliser la multicommunication par antenne unique. Si nous relions, en effet, deux oscillateurs à une antenne dans le but d'obtenir deux ondes de longueurs différentes, le tout ainsi constitué ne formera qu'un système unique et ne produira que des ondes de longueur uniforme [93].

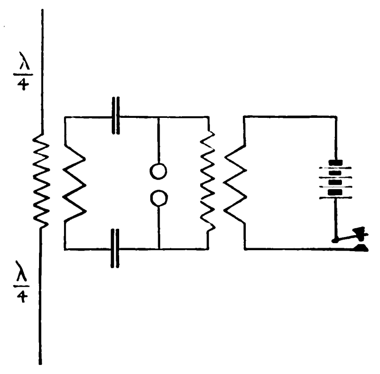


FIG. 47. Transmetteur Braun.

Une autre question dont Marconi avait à se préoccuper était celle de la vitesse de transmission. Cette vitesse dépend, entre autres, de la constante de temps pour établir le courant dans le primaire de la bobine d'induction. Cette constante de temps dépend, à son tour, de l'intensité du courant, de la capacité et de la self-induction du circuit. Un des expédients consistait à fractionner la puissance et à employer plusieurs bobines ayant le primaire en série et faisant usage d'un courant de tension élevée, mais de faible intensité.

Voyons maintenant la façon habile dont Marconi s'y est pris pour résoudre les différents problèmes.

En avril 1901, Marconi établit des communications entre Biot (fig. 48), en France, et Calvi (fig. 49), en Corse, villes distantes de 175 kilom. avec des antennes à 4 câbles soutenues par des mâts ayant respectivement 52 et 54 mètres de haut. Les expériences furent dirigées par M. Maurice Travailleur, l'illustre directeur général de

---

(91) *Décharge oscillante :* On connaît la décharge oscillante et la décharge continue. Si l'on lâche un ressort tendu, il exécute un certain nombre d'oscillations avant de devenir immobile. Ce nombre d'oscillations est d'autant moins grand que le milieu où il se meut lui oppose plus de résistance. De même lorsqu'une étincelle éclate, il se produit, avant que l'équilibre électrique soit établi, un certain nombre d'oscillations d'autant moins grand que le milieu y oppose plus d'obstacles. C'est la décharge oscillante. Si l'opposition rencontrée est telle qu'il n'y ait qu'une oscillation, on obtient une décharge continue.

(92) *Méthode inductive :* celle où il n'y a pas de communication entre l'antenne et le circuit de décharge.

(93) On a dit précédemment que la longueur d'onde dépend des constantes, capacité, self-induction, etc., de l'antenne. Si l'on relie à une seule antenne, deux oscillateurs différents, il n'y aura évidemment qu'une seule onde.

la *Marconi's International Marine Company* à l'initiative et aux labeurs duquel la télégraphie sans fil maritime a de multiples obligations et qui, successivement, ingénieur électricien de la Ville de Bruxelles, ingénieur du Roi, défenseur et protecteur du répétiteur Guarini, enfin, collaborateur adroit et intelligent de Marconi, n'a rien négligé pour assurer à la Société qu'il dirige actuellement le monopole de la télégraphie sans fil dans le monde entier.

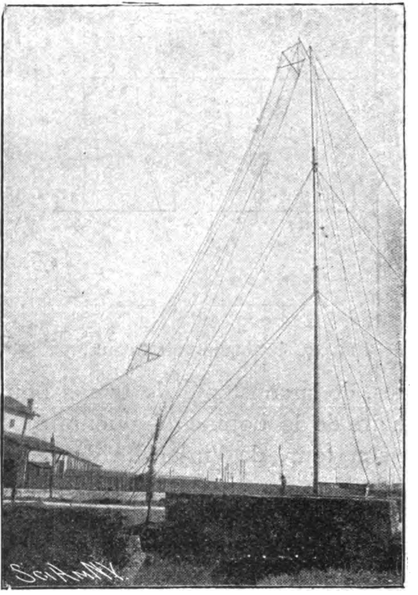


FIG 48. Poste Marconi à Biot 1901.

Remarquons dans le transmetteur (fig. 50 et 52), le grand avantage que présente la liaison en quantité du secondaire. Remarquons aussi que Marconi ne se contente pas d'induire le courant oscillant dans l'antenne, mais qu'il l'induit en le transformant *à haute tension*. Cette transformation à haute tension est avantageuse, — pour les considérations précédemment exposées, — au point de vue du fonctionnement du cohéreur. Mais elle cesse de l'être si on se place au point de vue du danger qu'elle présente et à un autre point de vue que nous prendrons en considération plus loin.

Quant au récepteur (fig. 51, 52 et 53), à part quelques détails, il ne présente d'autre nouveauté réelle que le jigger (fig. 53). Le secondaire de la bobine d'induction de ce dernier est divisé en son exact milieu par un condensateur où se forment deux nœuds de la tension. Grâce à cette disposition, le cohéreur se trouve inséré, pour des ondes de longueur appropriée et en faisant usage de transformateurs appropriés, entre deux ventres de la tension marqués de signes contraires (fig. 54).

D'un calcul fait par le capitaine Ferrié, il résulte que la droite qui aurait joint les sommets des deux antennes, aurait passé à 500 mètres sous l'eau (fig. 55 et 56).

Au cours des expériences dont nous traitons actuellement, on a remarqué à plusieurs reprises des perturbations dues à l'électricité atmosphérique et aux courants telluriques [94].

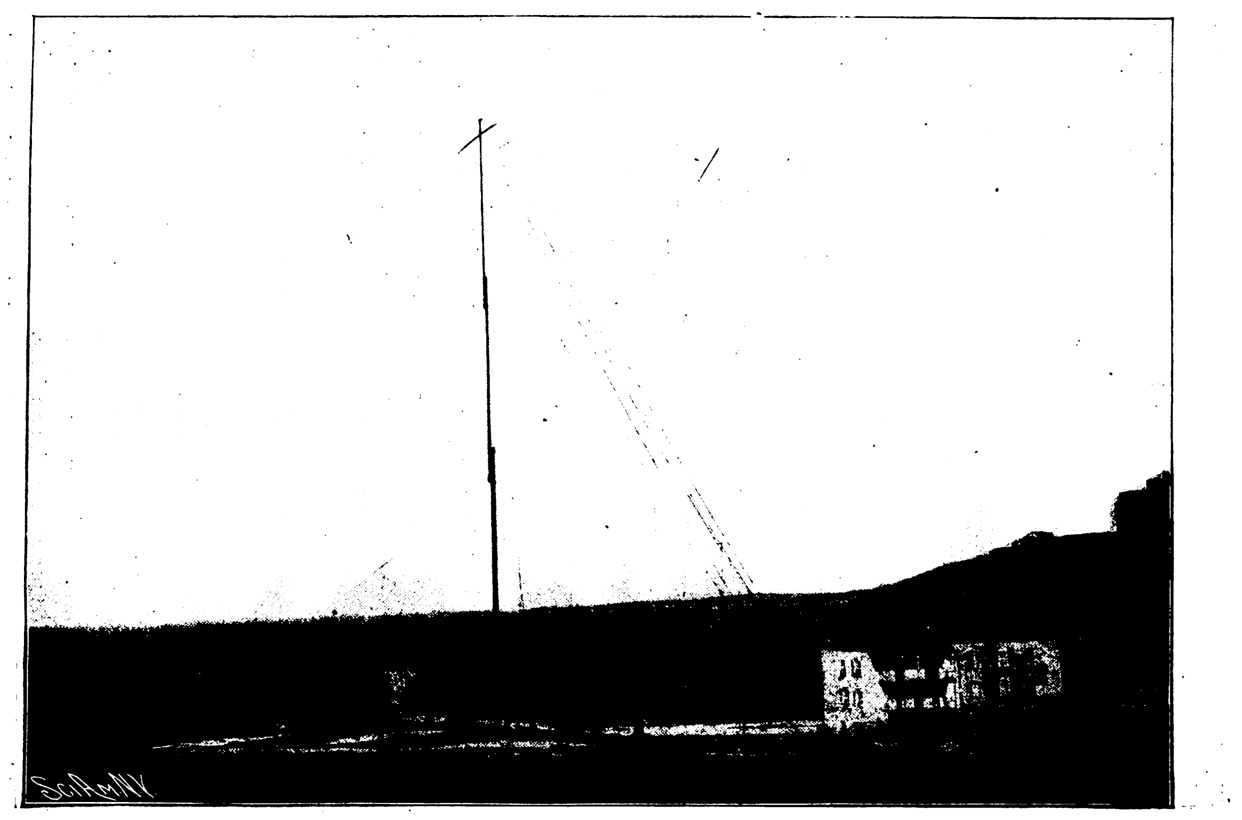
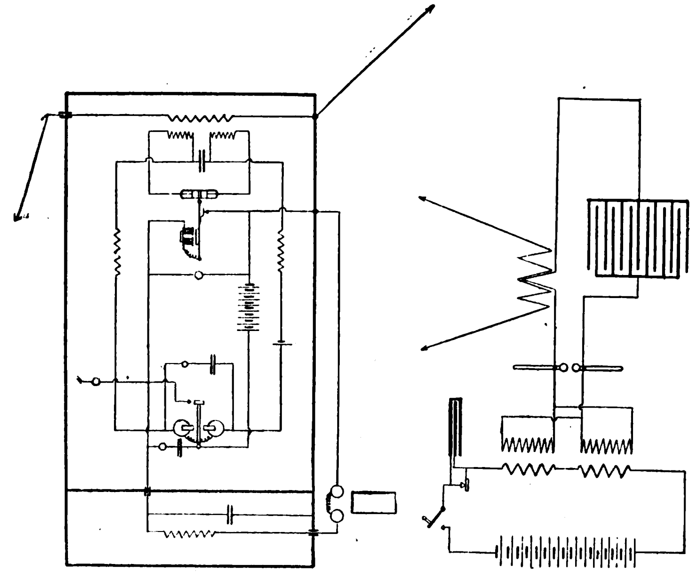


FIG. 49. Poste Marconi à Calvi, 1901.

On y fit également des essais pour vérifier les effets sélectifs (95) du jigger Marconi. Les résultats furent nets, en ce sens qu'ils montrèrent la possibilité d'accorder un récepteur de telle sorte qu'il ne fut pas impressionné par des ondes d'une longueur très différente de celle pour laquelle l'accord était établi. Toutefois, avec l'installation



Appareil employé en 1901 par Marconi entre Biot et Calvi.
FIG. 51. Récepteur. FIG. 50. Transmetteur.

et les appareils dont on disposait, il n'a pas été possible de réaliser la double communication. L'un des deux récepteurs enregistrait, il est vrai, un seul des deux télégrammes, mais l'autre les enregistrait tous deux ou n'en enregistrait aucun.

(94) *Courants telluriques :* courants électriques provenant de la terre, mais dont l'origine véritable n'est pas connue avec certitude.

(95) C'est-à-dire qu'on vérifia s'il réalisait l'accord, le secret des dépêches et par suite la multicommunication.

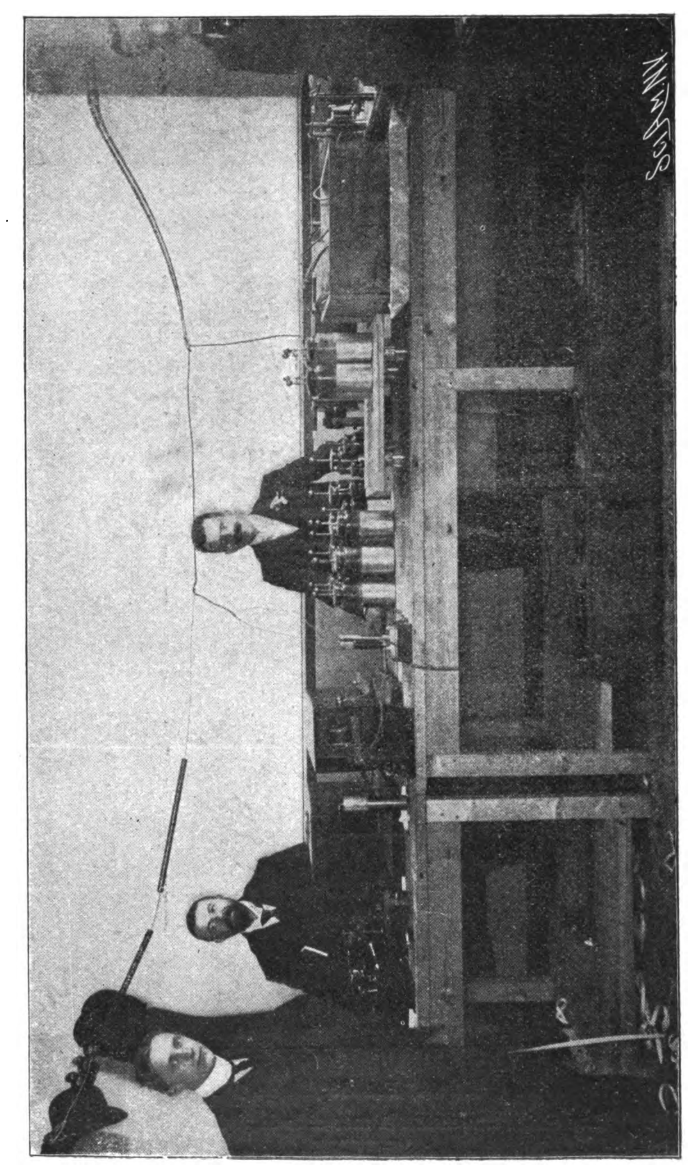


Fig. 52. Vue intérieure d'un des postes Biot-Calvi. Le personnage que l'on voit au milieu est M. Travailleur.

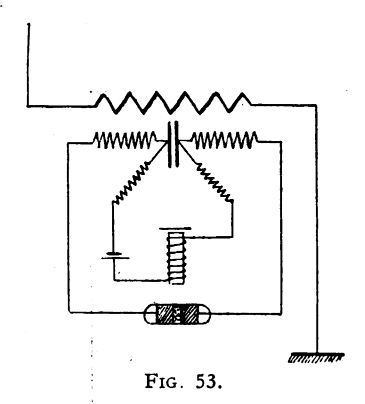


Fig. 53.

Détails du jigger Marconi employé aux expériences Biot-Calvi

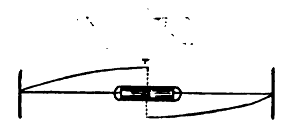


Fig. 54.

Fonctionnement du jigger employé pour les expériences Biot-Calvi.

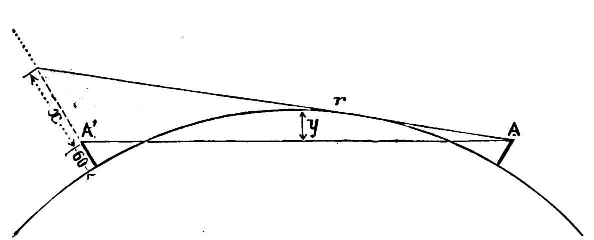


Fig. 55.

Graphique du calcul effectué par le capitaine Ferrié.

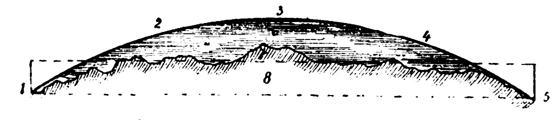


Fig. 56.

Les ondes traversant la mer et le fond de celle-ci.

1. Antenne transmettrice. 5. Antenne réceptrice. 2. 3. 4. Surface de la mer 6. Mer. 7. Faisceau de radiations. 8. Fond de la mer.

VI.

Essais transatlantiques de Marconi.

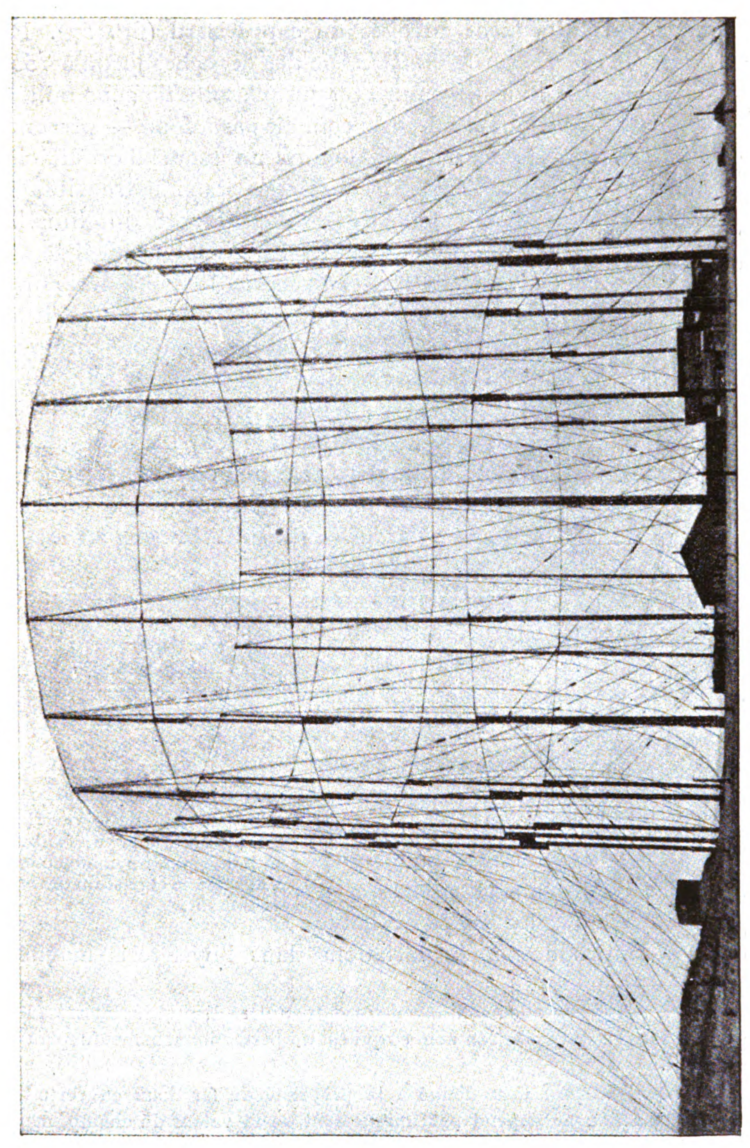


Fig. 57. Antenne du poste Marconi au Cap Lizard.

Nous en arrivons maintenant aux essais Transatlantiques dont le monde entier et particulièrement les actionnaires des Compagnies de câbles ont suivi avec un intérêt palpitant les phases diverses.

Le 12 décembre 1901, Marconi recevait à Saint-Jean-de-Terre-Neuve des signaux qui lui étaient envoyés du cap Lizard (fig. 57). En février 1902, il recevait sur le *Philadelphia* des dépêches jusqu'à 1555 milles du cap Lizard et des signaux « S » jusqu'à plus de 2000 milles.

Le cohéreur — surtout si on ne le connaît pas à fond — présente de nombreux défauts, parmi lesquels il en est un auquel il est difficile de remédier : c'est le manque de constance dans la sensibilité, imperfection due aux changements de position que prend la limaille sous l'effet du choc. Le récepteur idéal serait celui dans lequel l'énergie de l'onde actionnerait directement un appareil télégraphique. Edison et Preece (fig. 23) visant ce but ont employé un téléphone dans leur télégraphe par induction. Dans nos expériences citées plus haut (voir *Electrician*, 9 novembre 1900) les ondes hertziennes actionnaient également un téléphone (fig. 45). Depuis lors, Ruhmer [96] a réussi à actionner par un dispositif analogue au mien, un téléphone situé à 2 kil. de distance en faisant usage d'antennes de 30 mètres et d'une énergie très modérée.

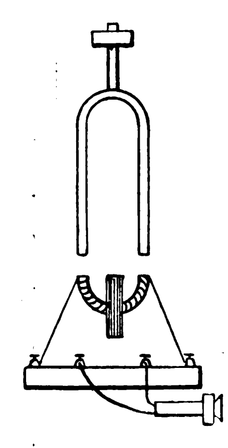


FIG. 58.
Détector magneticum Marconi.
La force magnétique variable est produite par un aimant en fer à cheval auquel un mouvement d'horlogerie imprime un mouvement de rotation.

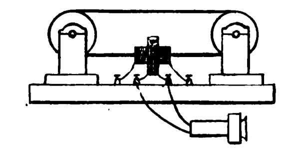


FIG. 59.
Detector magneticum Marconi.
La force magnétique variable est produite par un ruban actionné par un mouvement d'horlogerie et passant devant un aimant.

Dans son *detector magneticum* (fig. 58 et 59) Marconi actionne aussi un téléphone, mais il fait servir les ondes de haute fréquence à la production de variations dans l'hystérésis magné-

(96) RUHMER : physicien allemand, inventeur entre autres dispositifs intéressants du téléphone sans fil qui porte son nom et qui est un perfectionnement du photophone de Bell.

(97) *Hystérésis magnétique :* nom donné à la propriété du fer doux en vertu de laquelle l'aimantation ne dépend pas uniquement de la valeur du champ, mais aussi des actions magnétisantes subies antérieurement.

tique [97] d'un noyau aimanté. Le detector magneticum fut expérimenté avec grand succès sur le *Carlo Alberto* (fig. 60 et 61) durant le voyage à Cronstad et pendant celui à la Spezzia, mais, outre le detector magneticum, on y fit également usage de récepteurs à

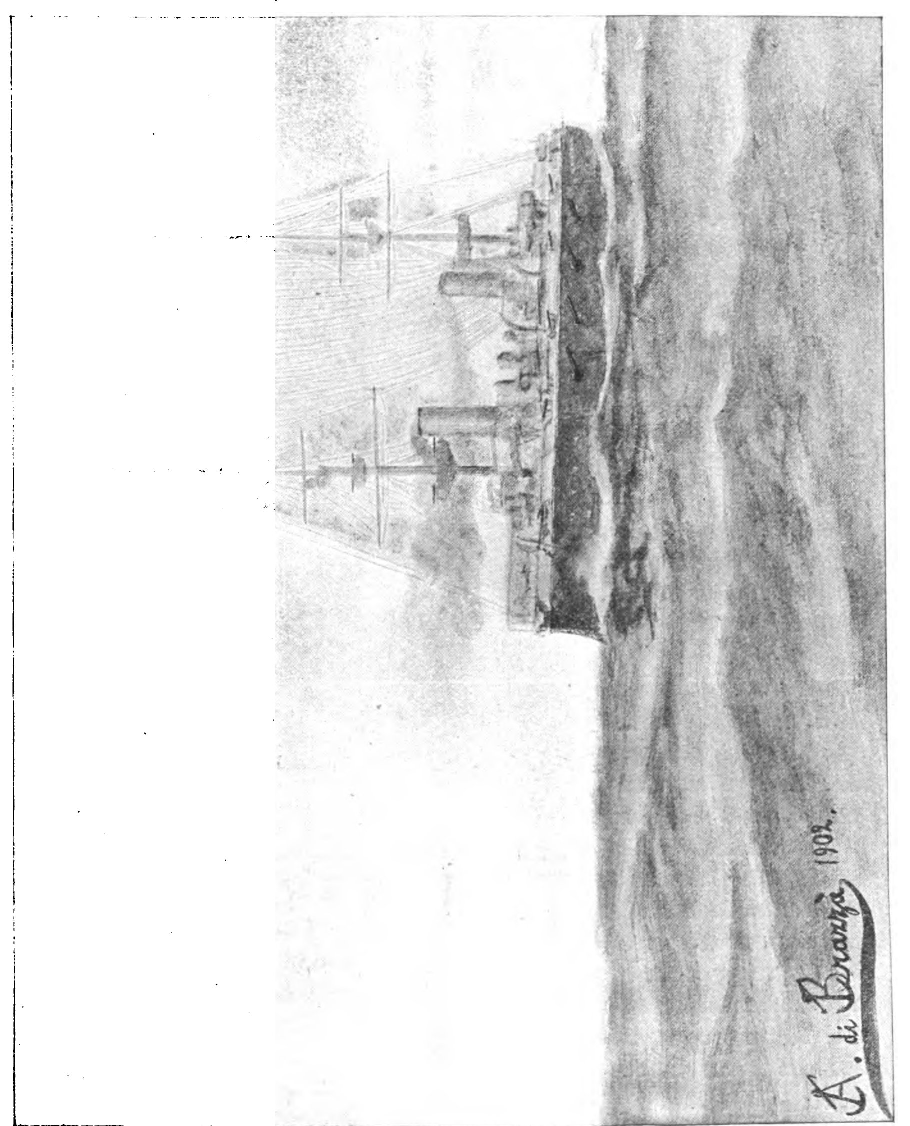


Fig. 60. Vue du *Carlo-Alberto* pendant les expériences.

cohéreurs. Comme on le sait, dans les essais que Marconi a faits entre Poldhu et le cap Breton, de même que dans ceux effectués précédemment entre Poldhu et le *Carlo Alberto* en destination de la Spezzia ou du cap Breton, l'antenne avait la forme d'une pyramide (fig. 62) renversée et se composait de fils multiples. A part ses dimensions infiniment plus grandes, elle était semblable à celle dont nous fîmes usage (fig. 63) lors de nos expériences entre Bruxelles (fig. 64), Malines (fig. 65) et Anvers (fig. 66) en 1900-1901.

On a beaucoup parlé d'une force de 40 [98] chevaux qui aurait été employée lors des essais transatlantiques. Rien n'est plus facile, semble-t-il, que d'augmenter à volonté l'énergie mise en jeu; mais en fait, la difficulté se montre dès qu'on réfléchit qu'il s'agit de circuits ouverts dans lesquels le courant qui les parcourt est le produit de la capacité par la fréquence. Or, l'énergie de décharge est représentée par CV^2. Nous pouvons, ainsi qu'il a été dit précédemment, augmenter le terme V jusqu'au point où la pratique y consent, mais nullement le terme C, puisque nous augmenterions la période de l'onde.

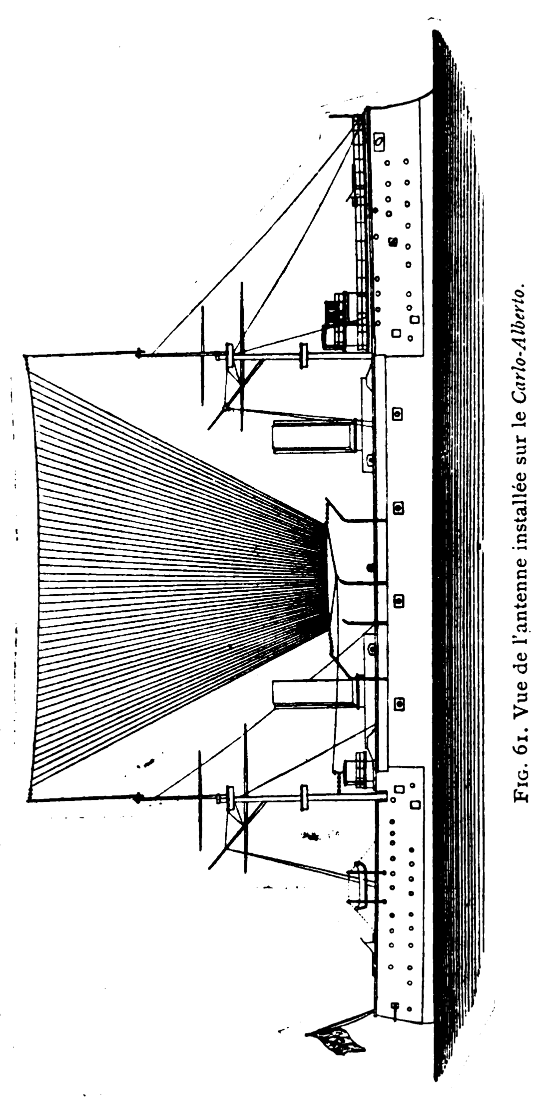


Fig. 61. Vue de l'antenne installée sur le *Carlo-Alberto.*

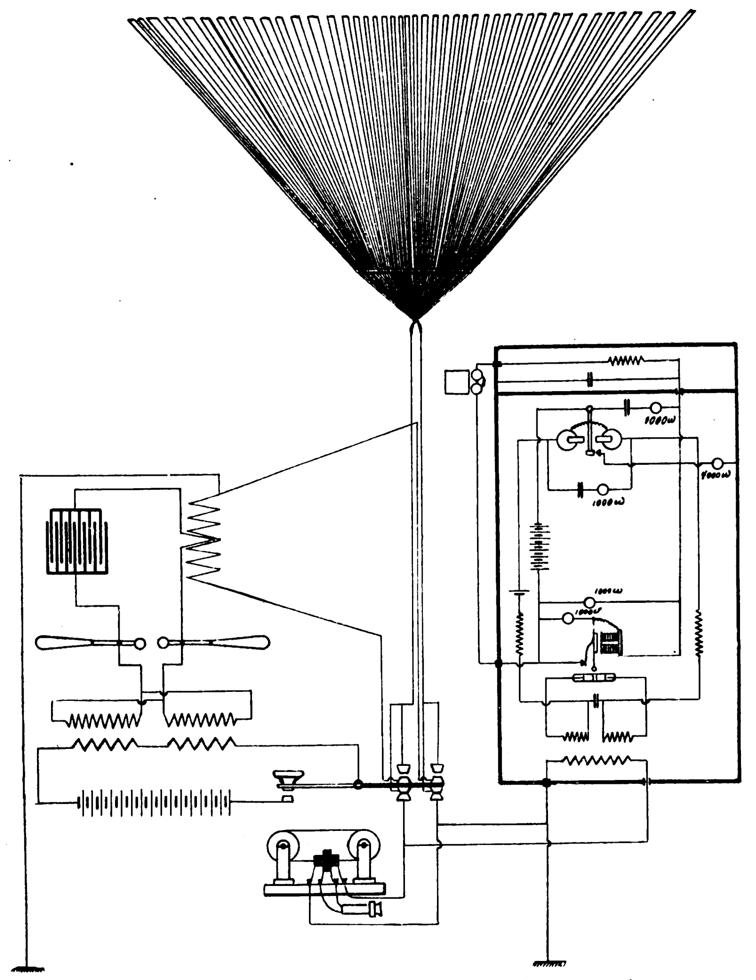


Fig. 62. Vue schématique d'un poste complet Marconi pour communications transatlantiques.

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

en même temps que nous diminuerons le courant parcourant l'antenne, circuit ouvert. D'autre part, pour obtenir avec une différence de potentiel V une charge q suffisante pour la production d'une décharge disruptive (99) d'une longueur déterminée, le coefficient t

(93) On a su depuis que l'énergie avait été de 100 chevaux.

(99) *Décharge disruptive :* étincelle.

(temps, vitesse de transmission) entre en jeu. De ce que nous disons, il résulte que Marconi a dû se contenter tout d'abord, d'une vitesse de transmission relativement limitée, ensuite, faire usage de dispositifs spéciaux, s'il a voulu mettre en mouvement une énergie primaire moyenne de 40 chevaux, soit 736 × 40 = 29440 watts. [100]



FIG. 63.
Antenne Guarini employée aux expériences Bruxelles-Malines-Anvers.

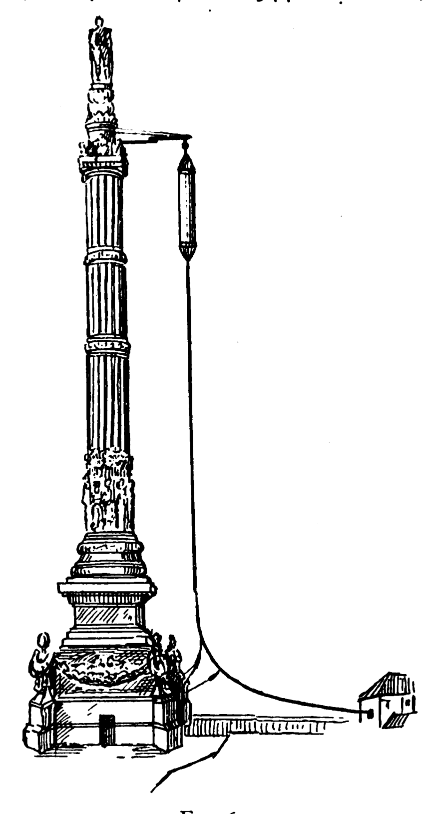


FIG. 64.
Colonne du Congrès avec antenne Guarini.

Il y en a qui prétendent que Marconi a employé 100 chevaux. Voici donc l'arrangement transmetteur dont Marconi a fait usage dans ses essais transatlantiques.

Le secondaire d'un transformateur dont le primaire est alimenté par un alternateur [101] actionne un premier circuit de décharge

[100] Le cheval-électrique vaut 736 watts.

[101] *Alternateur :* dynamo à courants alternatifs.

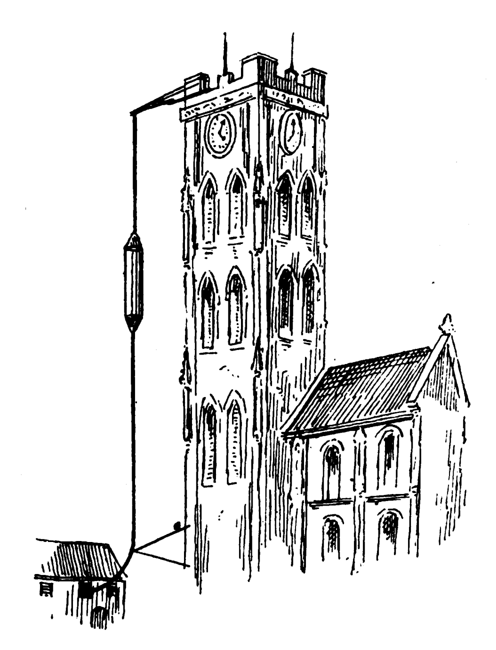


Fig. 65. Eglise St-Rombaut avec antenne Guarini.

comportant un condensateur de garde. Le courant oscillant produit est induit au moyen d'un transformateur Tesla-d'Arsonval dans un autre circuit de décharge composé comme celui employé entre Biot et Calvi. Le courant oscillant produit par le deuxième circuit de décharge est induit au moyen d'un autre transformateur Tesla-d'Arsonval dans l'antenne. On remarquera que le transmetteur employé par Marconi répond parfaitement aux desiderata auxquels nous faisions allusion tout à l'heure.

Le premier circuit de décharge sert à mettre en branle l'énorme énergie de décharge, le second sert à élever la fréquence des ondes.

Un autre dispositif plein de promesses sous ce rapport et que nous nous permettons de conseiller à Marconi, consiste (fig. 67) à fractionner la puissance entre plusieurs oscillateurs pourvus de condensateurs, chaque circuit fermé actionnant une antenne distincte, ou bien tous les circuits agissant sur la même antenne. Il va sans dire que des précautions doivent se prendre dans le cas de couplement des alternateurs constitués, dans notre cas, par les secondaires des transformateurs, sans quoi un oscillateur pourrait à un moment donné, envoyer une onde passant par sa demi-période positive, tandis qu'un autre oscillateur enverrait en même temps dans la même antenne une onde passant par sa demi-période négative, ce qui produirait un effet rayonnant nul ou presque nul.

Le dispositif en question permet d'obtenir tout comme, et peut-être mieux que celui employé par Marconi, une haute fréquence tout en mettant en jeu, avec un courant à tension relativement basse, une énergie aussi grande que l'on veut, donnant le moyen de communiquer aussi loin qu'on le désire.

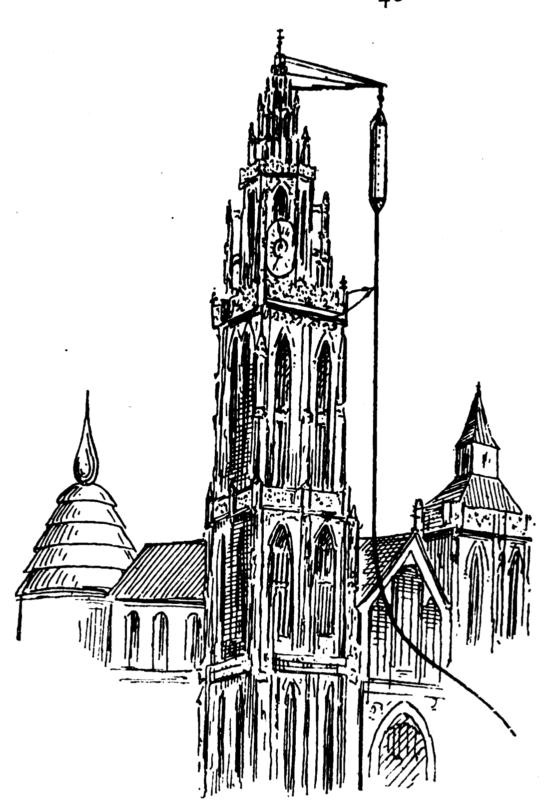


Fig. 66. Cathédrale d'Anvers avec antenne Guarini.

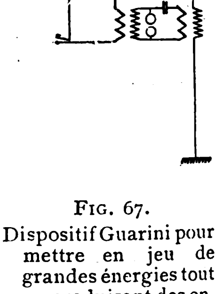


Fig. 67.
Dispositif Guarini pour mettre en jeu de grandes énergies tout en produisant des ondes de haute fréquence.

VII.

Comment se propagent les ondes.

Avant d'envisager le côté commercial de la télégraphie sans fil, nous insisterons sur la manière dont les ondes se propagent dans les transmissions lointaines. Tout le monde n'est pas d'accord sur ce captivant problème; il s'en faut même de beaucoup.

Un officier français est d'avis que les ondes se propagent par les câbles sous-marins qui serviraient d'antennes intermédiaires (102). Nous nous réservons d'examiner plus à fond cette hypothèse. Nous-mêmes avons fait sur terre des expériences à longue distance au

(102) *Antenne intermédiaire :* antenne qui capte d'abord les ondes que le transmetteur lui envoie, les transporte au loin et les transmet à son tour au récepteur.

moyen d'antennes intermédiaires (fig. 68) constituées par les fils télé-

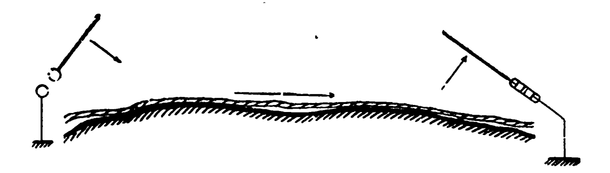


Fig. 68.
Câble sous-marin servant d'antenne intermédiaire.

graphiques, mais, comme nous nous proposons de poursuivre nos investigations, il serait prématuré d'en parler en ce moment.

Un savant anglais pense, d'autre part, que les ondes sont, durant leur voyage, réfléchies à plusieurs reprises et successivement par la mer et par la couche conductrice d'air raréfié qui constitue les régions supérieures de l'atmosphère.

La position des antennes transatlantiques Marconi se prête à ces deux explications.

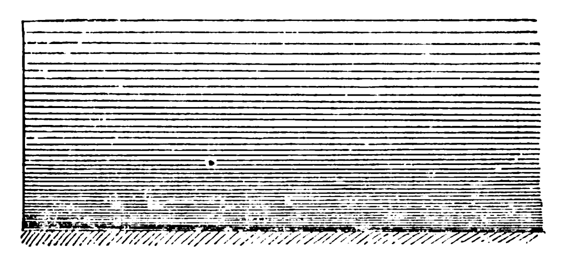


Fig. 69. Propagation des ondes d'après M. Blondel.

D'après M. Blondel, le fait devrait s'expliquer comme suit : les couches d'éther qui sont à la surface du sol possèdent une densité électrique maximum et peuvent se comparer à une sorte de brouillard électrique s'élevant à une hauteur égale au plus à celle de l'antenne d'émission (fig. 69). Dès lors, on conçoit qu'une antenne réceptrice soit, dans ce cas, plus influencée lorsqu'elle est entièrement plongée (fig. 70) dans ce brouillard que lorsqu'elle ne l'est qu'en partie (fig. 71).

Pour ingénieuse que soit cette hypothèse, nous ne pensons pas qu'il en soit ainsi, du moins complètement, puisque — ainsi qu'il résulte des expériences, entre autres du capitaine Ferrié et de M. Lecarme — la communication peut avoir lieu entre une station terrestre et une station en ballon libre (fig. 72) se trouvant à plusieurs centaines de mètres plus haut que l'antenne du poste terrestre.

Le phénomène peut, par contre, s'expliquer sans peine si l'on admet que les ondes hertziennes se propagent comme les ondes

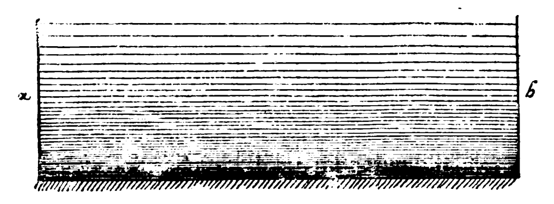


Fig. 70.
a. Antenne transmettrice ; *b.* Antenne réceptrice.

lumineuses. En effet, l'antenne réceptrice, dans ce cas, serait influencée par un effet direct de l'oscillateur (fig. 73) ou de l'antenne (fig. 74), ou bien par un effet indirect (fig. 75), c'est à dire après réflexion sur le sol ; nous avons ici en vue les lignes de force électrique.

D'autres pensent enfin que la propagation des ondes à longue

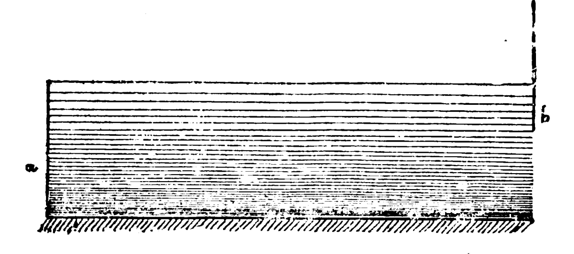


Fig. 71.
a. Antenne transmettrice ; *b.* Antenne réceptrice.

distance se fait par un effet de diffraction ([103]) d'autant plus important que les ondes sont plus longues. Nous ne disons pas non, mais il importe de ne pas oublier que, dans ce cas, les ondes ont

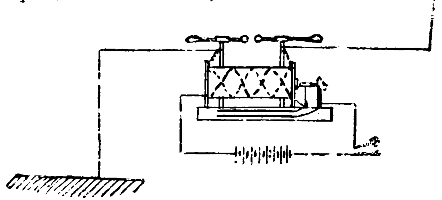


Fig. 72. Expérience de télégraphie sans fil entre un poste fixe et un ballon libre.

([103]) *Diffraction :* déviation qu'éprouvent les ondes électriques lorsqu'elles rasent un corps opaque.

dû surmonter des obstacles de plus de 300 kilom. de hauteur, c'est à dire, la courbure terrestre.

Quant à nous, une petite expérience nous fait croire qu'un champ électrique ne peut traverser des obstacles qu'avec une perte d'énergie (déviations, absorptions) très considérable, tandis qu'un champ magnétique traverse la croûte terrestre sans *difficultés sérieuses* et avec des *pertes modérées*. Voici l'expérience : Nous avons creusé deux puits de 2 m. 50 de profondeur et nous nous y sommes hermétiquement enfermés avec des appareils. Les puits étaient séparés par une épaisseur de terre de *deux mètres* et étaient parfaitement clos à l'aide d'un couvercle métallique recouvert de terre. Nous avons constaté d'abord qu'en actionnant dans l'un des puits (fig. 76) une très courte antenne, le cohéreur avec connexion semblable n'était pas impressionné dans l'autre puits et cela tout en faisant usage au transmetteur d'une énergie d'environ 300 watts. Ce résultat est, au surplus, conforme à celui de l'expérience de M. Lagrange, professeur de physique à

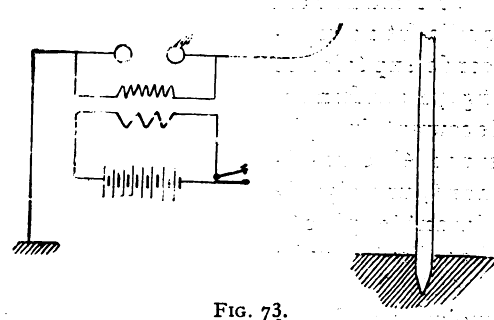


Fig. 73.
Antenne réceptrice sur un ballon libre directement influencée par un oscillateur.

Fig. 74. Antenne suspendue à un ballon libre influencée directement par l'antenne.

l'Ecole Militaire de Belgique, qui a vérifié (fig. 77) qu'en enterrant un cohéreur renfermé dans une boîte de bois à 60 centimètres de profondeur, il n'était pas impressionné par un très puissant oscillateur placé à très courte distance, alors qu'il était impressionné à une certaine distance lorsqu'il était à la surface. Dans l'expérience de M. Lagrange, comme dans la nôtre, la prédominance du champ électrique sur le magnétique est bien établie.

Voici maintenant quelle fut notre seconde expérience (fig. 78) : en fermant le courant d'une pile sur un électro-aimant, une aiguille aimantée placée dans l'autre puits y était influencée quoiqu'on ne fit usage au transmetteur que de quelques watts. Les effets dans les puits étaient presque les

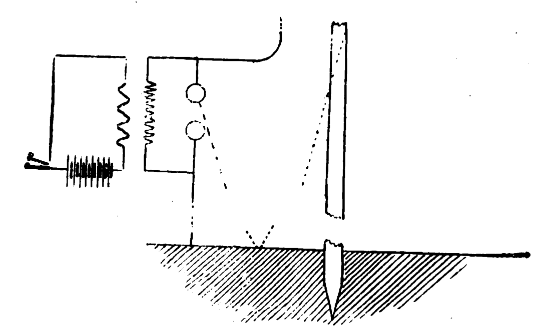


Fig. 75. Antenne suspendue à un ballon libre influencée après réflexion sur le sol.

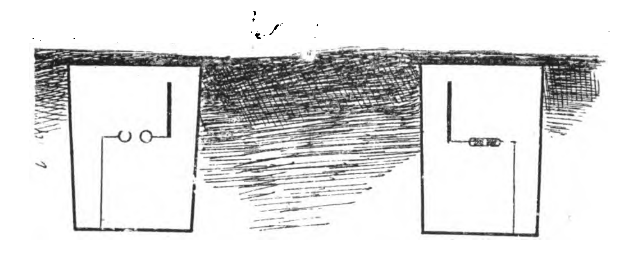


Fig. 76. Expérience avec ondes hertziennes dans des puits.



Fig. 77. Expérience de M. Lagrange. 1. Oscillateur. 2. Cohéreur.

mêmes qu'à la surface. Nous en avons conclu à la quasi-transparence de certains terrains à l'égard d'un champ magnétique. Nous avons du reste soutenu, dès 1899, la propagation des ondes à travers les

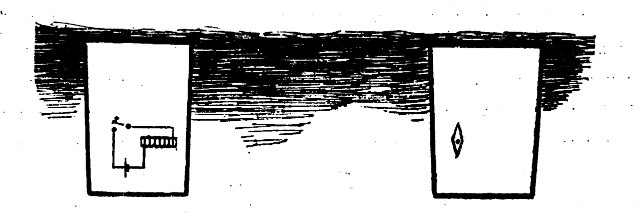


Fig. 78. Expérience pour démontrer qu'un champ magnétique traverse la terre.

obstacles et la croûte terrestre. Déjà dans notre brochure *Transmission de l'énergie électrique sans fil et par fil*, éditée par M. H. Poncelet, à Liége, en juin 1899, nous traitions ce sujet et nous parlions de l'orientation à donner aux antennes. Ainsi, page 8, nous disions à peu près ceci :

« Ce que nous venons de dire a pour but de faire ressortir que les lignes de force électrique traversent les obstacles, quoique leur énergie soit partiellement absorbée durant ce passage. Nous avons voulu en outre faire remarquer que le récepteur, même placé derrière un obstacle, sera impressionné si l'énergie, déduction faite de celle qu'absorbe ce dernier, est encore suffisante à actionner le cohéreur ; que, dans le cas où un obstacle considérable se dresse entre les deux stations, le potentiel nécessité sera bien plus grand et la portée maximum de la transmission sera toujours bien moindre que ce qu'elle serait sans obstacle. »

Et plus loin dans une note supplémentaire :

« La *Revue des Revues* reproduit une communication de M. Tesla [104] qui vient d'inventer un nouveau système de télégraphie électrique sans fil : *Dans le transmetteur, les radiations se comportent comme les rayons X passant par les milieux les plus denses, le sol, la pierre, l'eau, etc. Pour le récepteur, il y a des appareils* (dont nous ne connaissons pas encore le secret) *qui permettent d'augmenter énormément la vitesse de transmission.*

Espère-t-on par ce moyen, établir des communications en faisant

---

(104) Tesla : né à Smiljan en 1859. S'est occupé beaucoup de télégraphie sans fil et est devenu célèbre en Amérique par sa proposition de diriger les torpilles de la côte au moyen d'un cohéreur et de transmettre l'énergie électrique pour les communications sans fil au moyen des couches supérieures de l'atmosphère.

traverser aux rayons électriques les couches terrestres ? *Cela est impossible, nous voulons dire que cela ne résoudrait pas le problème de la télégraphie sans fil*. En effet : *les radiations sont ou bien envoyées dans tous les sens de l'espace ou bien concentrées dans une direction déterminée. Si les radiations sont envoyées dans tous les sens de l'espace, tout autre récepteur pourra être impressionné, ce qu'il faut absolument éviter. Si les radiations convergent dans une direction déterminée, le faisceau subira tant et de telles réflexions que les rayons se disperseront dans différentes directions, et il est bien possible que au lieu où l'on voudrait les amener, il n'en arrive pas : cela dans le cas où le dit faisceau ne rencontre pas de terrains minéraux qui lui opposent une barrière insurmontable. Dans un cas, comme dans l'autre, la télégraphie sans fil, à travers les couches terrestres, ne peut absolument pas résoudre le problème.* »

Ne peut-on trouver dans ces dernières lignes l'explication du phénomène remarqué à bord du *Carlo Alberto* ? Je veux dire l'arrêt brusque dans la réception qui se produisait à certains endroits sans cause apparente durant le voyage à Cronstad et le retour.

Nous avons communiqué cette brochure à la Société Marconi et à Marconi lui-même. Lors du voyage de mon illustre compatriote à Bruxelles, en 1900, j'ai eu le plaisir d'apprendre de lui-même qu'il avait pris la peine d'examiner mon exposé et que l'expérience lui avait démontré à suffisance qu'il n'est pas besoin, comme je le prétendais, que les antennes soient complètement en vue pour que la réception puisse se faire. Ce à quoi je ripostai que, dans le cas où les antennes sont en vue, l'effet est plus marqué et que, par suite, puisqu'il n'y a pas absorption par l'interposition d'un obstacle, l'énergie à mettre en jeu au transmetteur est beaucoup moindre.

Marconi avait du reste, comme l'intuition vague qu'un champ magnétique traverse les obstacles et la terre, puisque, traitant dans son brevet anglais du 2 juin 1896 des appareils avec antennes et plaques, (c'est-à-dire de ceux dans lesquels l'induction électrodynamique est possible) il en parle comme de « *dispositifs permettant de transmettre des signaux à travers des obstacles tels que collines et montagnes* ».

VIII.

L'avenir commercial du système Marconi.

Si, abandonnant le côté purement technique du sujet, nous nous plaçons au point de vue commercial, celui-ci nous apparaît comme strictement lié à celui-là. Quoique, comme déjà dit, quelques desiderata soient encore à réaliser, la télégraphie sans fil, système

Marconi a déjà reçu de nombreuses applications (fig. 79) notamment en Angleterre, en Italie et en Belgique, aussi bien dans la marine de guerre que dans la marine marchande. Pour ne citer que celle-là, nous dirons que les malles qui font le service Ostende-Douvres s'en servent journellement pour les besoins du bord et des passagers.

Les reproches qu'on fait à la télégraphie sans fil — c'est le sort de

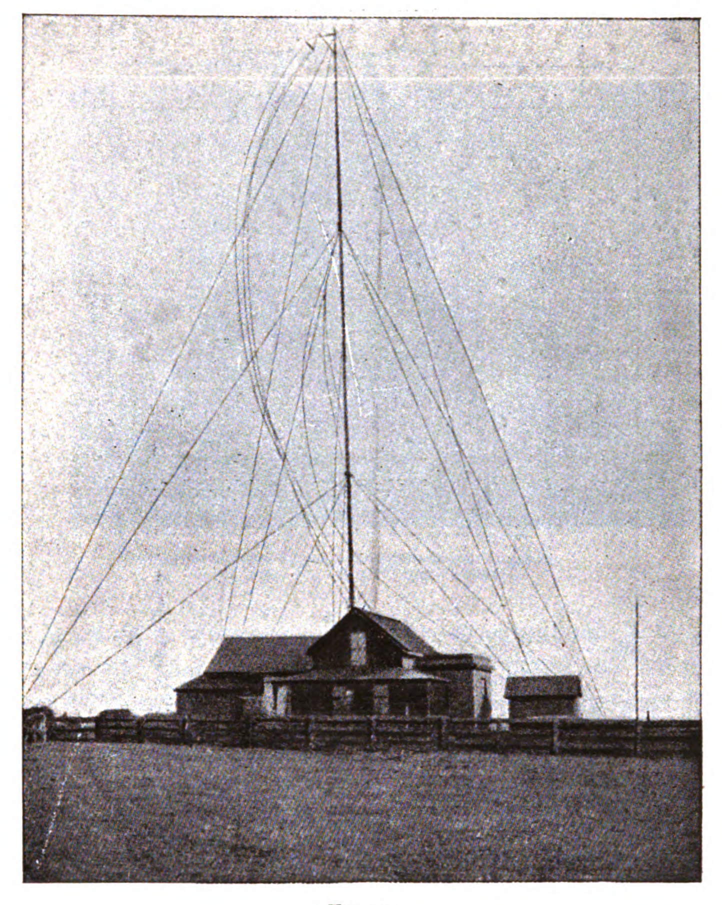


Fig. 79.
Station de télégraphie sans fil système Marconi pour le *New-York Herald* à Siascouset (île de Mantucket, Mass.).

toutes les grandes inventions — semblent augmenter en raison directe du cube des desiderata dont chaque jour voit la réalisation. Ainsi, alors que l'on ne reprochait naguère à la télégraphie sans fil que

1° de n'être pas possible à de très grandes distances et 2° de ne pas garantir le secret des dépêches, maintenant que ces desiderata sont réalisés dans une certaine mesure, respectivement par l'emploi de grandes énergies ou de relais (fig. 80 et 81) ([105]) ou par celui de la

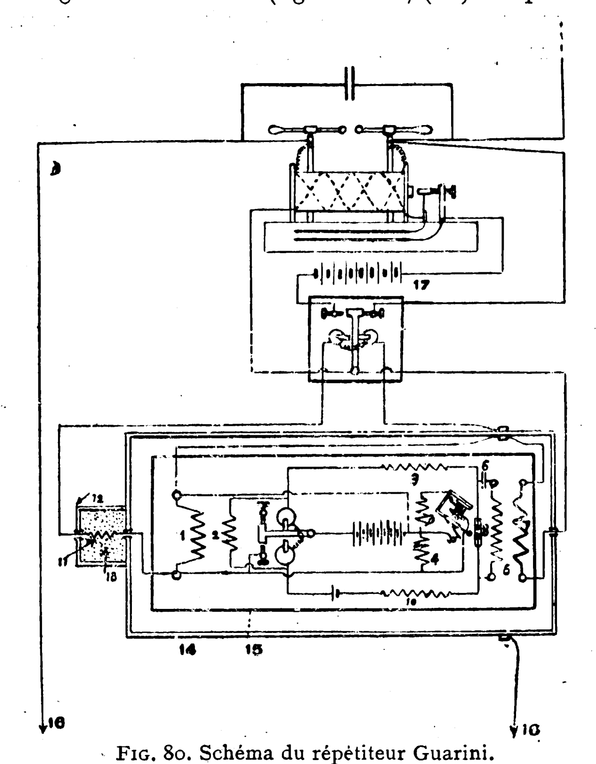


FIG. 80. Schéma du répétiteur Guarini.
1. 2. 3. 4. Shunts ; 5. Transformateur ; 6. Condensateur ; 7. Primaire du jigger (0,25 ohm) ; 8. Secondaire du jigger (11.000 ohms) ; 9. 10. 11. Bobines de self (40 ohms et 35 henrys) ; 12 et 14. Boites en fer ; 13. Etain froissé ; 15. Socle ; 16. Terres ; 17. Batterie d'accumulateurs.

syntonisation, voici que champignonnent de tous côtés — sans avoir

([105]) *Relais* ou *répétiteur* : l'appareil consiste en principe en un récepteur actionnant automatiquement un transmetteur. Il importe toutefois d'empêcher toute action du transmetteur du répétiteur sur le récepteur du même, sinon l'appareil une fois en action ne s'arrêterait plus, puisque le récepteur influencerait le transmetteur, puis en serait influencé, puis l'influencerait encore et ainsi de suite. Les relais servent donc à retransmettre un message reçu.

même l'excuse de nous fournir des plats savoureux — des écrivains et des critiques de la télégraphie sans fil qui s'érigent en autorités dans une science qu'ils ne connaissent, ni ne voudraient du reste connaître.

Nombreux sont les reproches qu'ils adressent à la télégraphie sans fil. 1° Les appareils sont délicats et coûteux. En réalité, et surtout avec le détector magneticum, ils sont bien moins compliqués

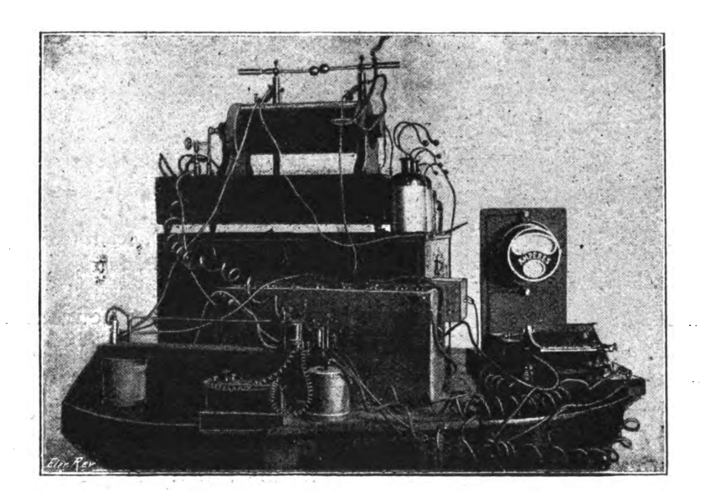


Fig. 81. Répétiteur Guarini.

que ceux de la télégraphie ordinaire et surtout de la télégraphie sous-marine. Quant aux frais, tout en admettant que les appareils *en eux-mêmes* coûtent plus cher que ceux de la télégraphie ordinaire — ce qui ne se vérifie, au surplus, pas toujours — il ne faut pas oublier que la télégraphie sans fil ne demande pas ces lignes d'un prix si élevé qu'il atteint, pour les câbles sous-marins, des millions et même des dizaines de millions de francs. 2° Les installations de télégraphie sans fil sont exposées à souffrir des intempéries. En articulant ce reproche, on ne veut probablement pas se souvenir que les fils aériens du système ordinaire se rompent fréquemment sous l'effort du vent ou le poids de la neige, ou s'entremêlent dans les tempêtes. 3° L'électricité atmosphérique silencieuse et les coups de tonnerre (fig. 82, 83 et 84) dérangent les communications. Et les appareils de télégraphie et de téléphonie ordinaires terrestres, voire

même sous-marines, ne sont ils pas exposés aux effets des orages? L'électricité atmosphérique silencieuse exerce, de vrai, des influences

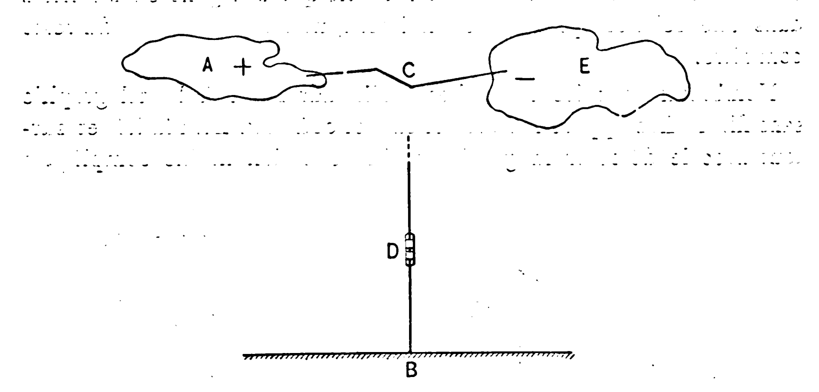


Fig. 82. Eclair entre nuages.
A et E, nuages chargés d'électricités de signes contraires; C, éclair (correspondant à l'étincelle de l'oscillateur); D, cohéreur; B, terre.

fâcheuses sur le très sensible cohéreur, mais ces effets peuvent être fortement atténués par des précautions telles que celles prises par Marconi. Ces effets seront même nuls ou à peu près, le jour où l'on fera usage d'appareils moins sensibles que le cohéreur, c'est à dire lorsqu'on arrivera à concentrer toute l'énergie des ondes vers un point déterminé.

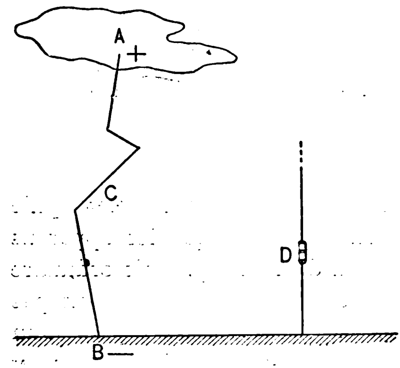


Fig. 83. Eclair entre la terre et le nuage.
A nuage; B terre; C éclair; D. cohéreur.

4° Il faut une grande énergie pour communiquer à des distances limitées. Les remèdes sont nombreux : tout d'abord, fractionner la distance par l'emploi de relais (fig. 85); en second lieu, concentrer, si faire se peut, les ondes vers un point déterminé (fig. 86). Chaque chose en son temps : d'abord l'effet, c'est-à-dire, la communication à grande distance, ensuite, les perfectionnements.

5° La vitesse de transmission n'est pas très grande. Nous avons indiqué à ce propos, les différentes voies à suivre et les heureuses modifications que Marconi a apportées dans ce but à ses appareils.

Ajoutons que la multicommunication permet de parer à la difficulté — actuelle, à tout le moins, — que l'on éprouve pour expédier de nombreuses dépêches, en peu de temps.

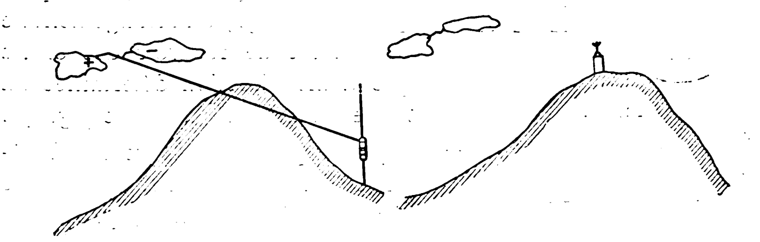


FIG. 84. Eclair entre nuages impressionnant le cohéreur à travers des obstacles.

6° On peut brouiller la réception... tout comme on peut le faire pour la télégraphie et la téléphonie ordinaires, ajouterons-nous. Rappelons, à ce propos, que le cohéreur a besoin pour fonctionner d'une

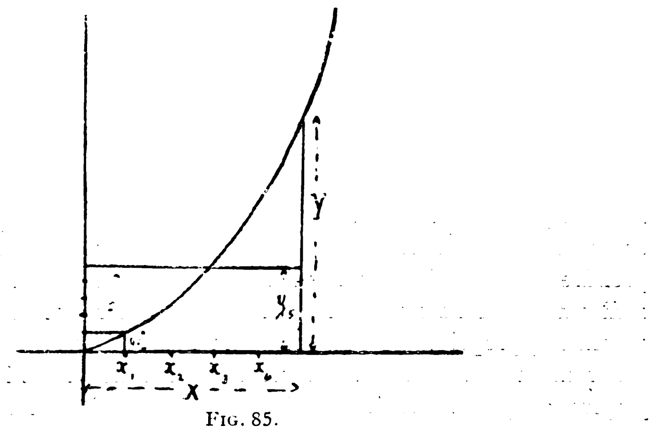


FIG. 85.

Les ordonnées correspondent aux prix de revient (qui dépend en grande partie de la puissance des appareils) et les abscisses aux distances séparant les deux postes de télégraphie sans fil. X distance séparant les deux stations. Y prix de revient pour une communication directe. Si l'on partage cette distance en cinq parties égales, par exemple en plaçant des répétiteurs aux points intermédiaires x_1, x_2, x_3, x_4, on obtient un prix de revient égal à $y_5 = 5y_1$. L'économie réalisée est donc $Y - y_5$ qui augmente avec la distance X.

charge $q = CVt$. Il en résulte qu'en faisant usage d'un transmetteur où le terme V est très élevé ou mieux encore, en augmentant le terme t (temps), c'est-à-dire la durée d'un signal, on peut brouiller le récepteur à cohéreur aussi syntonisé soit-il. Avec le detector, le problème du secret est encore plus complexe, puisqu'il faudrait faire

intervenir, pour réaliser le secret, des effets semblables à ceux du téléphone sélectif de Mercadier [106]. Nous avons expérimenté, avec quelque succès déjà, un arrangement ne permettant de recevoir des ondes que d'une direction déterminée au moyen d'une sorte de gaîne (fig. 87).

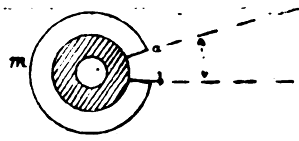


FIG. 86.
Concentration des ondes vers un point déterminé. *ab* secteur dans lequel sont envoyées les ondes, *a m b* secteur où le champ est nul.

7° On peut surprendre une dépêche sans fil, exactement de la même manière, ajoutons-nous, qu'on peut entendre une conversation téléphonique ou lire dans un téléphone une dépêche graphique en faisant usage d'un fil parallèle à la ligne.

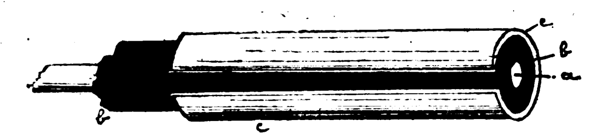


FIG. 87. Gaine Guarini.
a noyau (antenne); *b* isolant; *c* gaine métallique.

Voici à cet égard notre opinion basée du reste sur des faits. Sans faire emploi de précautions spéciales, il est toujours possible — bien entendu si la distance ne dépasse pas certaines limites — de surprendre les dépêches, par exemple, en se servant d'un cohéreur suffisamment sensible, relié d'une part à la terre et de l'autre à une antenne appropriée. On peut, en outre, rechercher la longueur d'onde du transmetteur dont on surprend la dépêche et dès lors, avec des jiggers, on peut recevoir aussi loin que Marconi avec ses appareils.

Il ne faut pas penser faire usage d'un « accord » variable pour dérouter les indiscrets, puisque, par le fait qu'on ignore au transmetteur si un récepteur étranger a surpris une dépêche, il faudrait que les deux stations en communication changent continuellement et simultanément d'accord, ce qui n'est pas pratique. Les moyens de réaliser le secret des dépêches ne manquent pourtant pas : 1) faire usage, comme dans la télégraphie avec fil, d'un code secret; 2) envoyer — et c'est précisément à quoi tendent nos essais actuels — les ondes dans une direction déterminée (fig. 88) et nullement dans les autres.

(106) *Téléphone Mercadier* : téléphone ne répondant qu'à des courants ondulatoires déterminés.

8° La critique la plus importante de toutes : lorsqu'il y aura dans un rayon déterminé un grand nombre de stations, la communication intelligible cessera de pouvoir se faire, puisque les différentes stations s'influenceront réciproquement.

Le problème doit se scinder en deux parties :

A) lorsqu'on fait usage d'un cohéreur ;

B) lorsqu'on fait usage d'un détector.

La 1re partie, à son tour, doit se diviser en deux subdivisions :

a) Communications entre navires. Faut-il de la syntonisation, n'en faut-il pas ? Si l'on vise une portée plus grande, elle présente ses



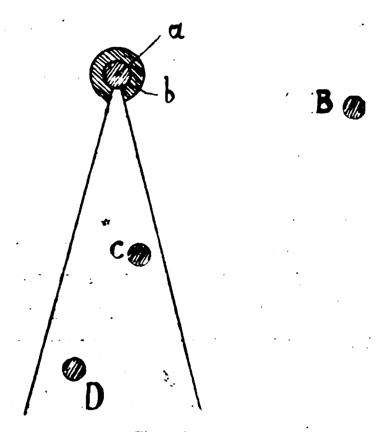


Fig. 88.
Secret des dépêches par l'envoi des ondes dans une direction déterminée.
a antenne ; *b* gaine ; C D deux postes impressionnés ; A B deux postes non impressionnés.

avantages. Veut-on au contraire le secret des dépêches, elle est désastreuse. En effet, si chaque bateau a un accord différent, les communications entre vaisseaux — importantes pourtant en cas d'accident — sont impossibles. Or, tout bateau devant « prêter l'oreille au moindre bruit électrique », il importe que tous aient le même accord. Si l'on veut, par contre, réaliser le secret des dépêches et communiquer aussi loin que possible au moyen d'une antenne et

d'une énergie déterminée avec tous les navires, une seule solution se présente : envoyer les ondes dans des secteurs donnés et faire tourner le récepteur, — lequel ne recevra que d'un certain secteur — jusqu'à ce qu'il trouve son correspondant. Nous n'aurons garde de pénétrer plus avant dans les détails de ce problème relativement complexe.

b) Communications entre postes fixes. Avec toutes les précautions possibles et avec tous les jiggers du monde, — il faudrait autant d'accords que de stations, — la syntonisation ne pourra **jamais** ([107]) empêcher l'interférence et la confusion des dépêches. En effet, si le terme *t* entre en jeu, il suffira que les signaux de plusieurs postes se suivent de façon à donner un signal d'une minute de durée par exemple, pour qu'un cohéreur qui ne sera pas impressionné par un signal d'une durée correspondante au point ou à la barre, le soit par suite de la superposition de plusieurs signes.

B) Que si l'on voulait établir des communications séparées et distinctes au moyen du détector en faisant usage de dispositifs analogues à ceux employés avec le cohéreur, les difficultés seraient plus ardues à vaincre. Le silence gardé à ce sujet par M. Solari, dans son rapport et ses conclusions d'ailleurs enthousiastes, est plus que significatif.

La conclusion pour cette dernière partie de notre article, s'impose : il faut arriver à limiter l'espace où l'on envoie et d'où l'on reçoit les ondes, si l'on veut réussir à réaliser des communications aussi secrètes et même plus secrètes qu'avec la télégraphie par fil. Les dépêches seront, dans ce cas, aussi distinctes que les télégrammes ordinaires.

Des essais auxquels nous nous sommes livrés, il résulte — et nous y avons réussi — que d'ores et déjà il est possible de limiter le champ électrique. Quant au champ magnétique, qui semble être le plus important, nous tâtonnons encore. Nous espérons pourtant arriver à le circonscrire. Si nous n'y parvenons pas, d'autres y parviendront pour nous : un problème nettement énoncé n'est-il pas à demi résolu? Tous ceux qui s'intéressent à la question, souhaiteront que la solution

---

([107]) Nous devons à la loyauté de la Société Marconi de dire qu'ayant interrogé son directeur sur l'opportunité qu'avaient pour elle nos essais de limitation de l'espace, il nous a franchement déclaré que, lorsque nos essais auront donné de bons résultats et que nous pourrons lui présenter un appareil fonctionnant avec certitude, la Compagnie sera très heureuse de l'examiner et, si les résultats sont probants, de discuter les termes de l'achat de l'invention. Je crois que cette déclaration exprime suffisamment les idées de la Société Marconi sur le secret des dépêches et que, comme nous, c'est dans la limitation de l'espace qu'elle en voit la solution. Ceci est bon à dire, parce qu'on a trop attaqué ces temps derniers la Compagnie Marconi à propos de l'inefficacité de la syntonisation.



se trouve, car elle donnera à la télégraphie sans fil une énorme extension.

De l'ensemble de notre exposé, le lecteur aura sans doute déjà conclu qu'en très peu de temps la télégraphie sans fil a résolu un grand nombre des problèmes qui se posaient et qu'elle est en bonne voie de fournir la clef des autres et de devenir aussi pratique que la télégraphie habituelle. Nul doute qu'alors, dans des temps plus ou moins éloignés encore, la télégraphie sans fil ne remplace l'autre, sur laquelle lui sont assurés deux avantages peu négligeables :

1° de ne pas avoir à souffrir d'interruptions dues à la rupture des fils, puisqu'elle ne s'en sert pas;

2° d'être moins dispendieuse, puisqu'elle se passe de fils.

Souhaitons donc de tout cœur que bientôt la télégraphie avec fil et surtout ces encombrants câbles sous-marins aillent, désormais inutiles, enrichir quelques musées d'antiquités et tenir compagnie à la pile de Volta et à la dynamo de Pacinotti, inventions sans aucun doute remarquables et dont le souvenir doit rester gravé dans la mémoire des électriciens, mais qui n'ont plus qu'un intérêt historique.

Telle sera l'apothéose éclatante de l'œuvre grandiose du grand Marconi.

INDEX

64440. IMPRIMERIE LIÉGEOISE, LIÉGE

L'Électricité dans les Mines

Brochure illustrée de trente magnifiques photographies

Par Emile GUARINI

Traduit de l'*Engineering Magazine*.

PRIX : 5 FRANCS

En vente à la librairie RAMLOT, 25, rue Grétry, à Bruxelles.

Cette brochure qui remplit une lacune sera le bienvenu auprès de tous ceux qui, ingénieurs, directeurs de mines, industriels, etc., s'intéressent directement ou indirectement aux mines et à leurs produits. Une mine moderne ne se conçoit désormais plus sans l'emploi, à tout le moins partiel, de l'électricité. Elle n'est plus de mode. « Comme M. Guarini le met en évidence, écrivent les éditeurs de l'*Engineering Magazine* de New-York, dont l'ouvrage est un extrait-traduction, il y a peu de domaines de la technique où l'électricité rende de plus grands services que dans l'exploitation des mines. »

Dans la première partie de l'ouvrage illustré de 30 magnifiques photographies, l'auteur donne une vue d'ensemble de la matière; il examine successivement les inconvénients des transmissions d'énergie actuellement employées, les causes de l'extension rapide prise dans les mines par l'électricité grâce, en partie, aux efforts des firmes ***Siemens et Halske, Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Union Elektricitäts Gesellschaft, Hélios, Schückert et Cie, Ehrhardt et Sehmer, Ganz et Cie, Westinghouse, General Electric Co, Johnson et Philips, Brioschi et Finzi, Electricité et Hydraulique, Oerlikon,*** etc. Il étudie ensuite les moteurs spéciaux pour mines, les accessoires divers, les centrales et leurs avantages, les tableaux de distribution, pour finir par l'étude des appareils de signalation et d'éclairage avec les avantages de sécurité et d'économie qui s'y rapportent. En passant, il traite du choix du courant. Voici, du reste, comment le ***Colliery Guardian*** rend compte de cette partie, d'après ***The Electrical Review*** :

« Un article d'un intérêt considérable a été fourni au présent numéro de l'***Engineering Magazine*** par M. Guarini. Il donne la description de quelques « ***applications de l'énergie électrique dans les mines en Europe*** ». Nous entendons depuis quelque temps beaucoup parler des installations électriques établies et en activité dans les mines du Continent. Les ingénieurs anglais ont été amenés à croire que le système triphasé y est adopté à l'exclusion du courant continu. Il semble qu'il n'en soit pas ainsi. L'Allemagne est à la tête des autres pays pour l'emploi de l'électricité dans les mines et, d'après M. Guarini, trois des plus grandes firmes de ce pays — l'***Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft***, la ***Union Electricitäts Gesellschaft*** et la ***Hélios*** — sont portées en faveur du courant continu, tandis que ***Siemens et Halske*** préfèrent les moteurs à courants alternatifs. En présence de la discussion sur les installations triphasées pour la transmission de l'énergie dans les mines à la récente assemblée de l'***Institut des***



Ingénieurs des Mines et de la défense des machines triphasées par certains ingénieurs de notre pays, cet article constitue une lecture intéressante pour les ingénieurs des mines et spécialement pour ceux qui inclineraient à l'adoption du système triphasé. L'auteur conserve une attitude impartiale, mais est d'avis que, quoique la décision à prendre dépende des circonstances, l'avantage reste au courant triphasé chaque fois que la centrale est située loin des points d'utilisation. »

La seconde partie de l'ouvrage traite des grandes applications électriques de la mine. Ces applications se divisent en catégories ayant trait à la sécurité de la mine, à l'abatage, au transport et au traitement des minerais. Elle débute par l'exhaure électrique dont les principaux avantages sont le rendement élevé et l'économie ; puis vient la ventilation, simple, efficace et économique ; puis, les différentes perforatrices électriques ou mixtes avec leur vitesse de travail étonnant et leur simplicité. Les haveuses électriques sont envisagées en passant. Les exploseurs magnéto- et dynamo-électriques sont ensuite considérés. Ces derniers ont la préférence à cause de leur grande sûreté et de l'épreuve préalable du circuit qu'ils permettent. Le transport se fait au moyen de treuils, chaînes sans fin, etc., pour la commande desquels le moteur électrique a l'avantage d'être facile à desservir et à entretenir, et d'être économique et sans danger. Lorsque les galeries s'y prêtent, le transport se fait au moyen de locomotives électriques qui traînent une charge de 28 tonnes à raison de 6 $^3/_4$ milles par heure. L'extraction est la dernière en date des applications minières de l'électricité. Elle est maintenant parfaitement sûre et se distingue par la rapidité du transport, par les grandes surcharges que les moteurs peuvent recevoir. Cette partie de la brochure de M. Guarini est particulièrement développée et intéressante. Dans une des mines où l'extraction électrique a été adoptée, l'économie a été de 1/3 rien que pour le combustible. La dernière division est consacrée à l'emploi des moteurs électriques dans les usines de traitement pour l'actionnement des broyeurs, bocardeurs, machines à laver, chargeurs de four à coke, tabliers sans fin, élévateurs, compresseurs, soufflets, scies, etc. Notre court résumé n'a pas la prétention d'avoir épuisé la matière que de longues recherches ont permis à M. Guarini de concentrer dans son ouvrage. Deux points ressortent surtout de cet exposé : 1° l'activité qui règne en Europe pour l'introduction de l'électricité dans la machinerie minière ; 2° l'économie qui résulte de cette introduction. L'auteur en cite un exemple typique : « Avant l'introduction de l'électricité, les ***Burma Ruby Mines*** ne pouvaient distribuer de dividendes ; les frais étaient trop élevés. Depuis son adoption, les frais ont été réduits de 150.000 francs par an, ce qui a permis de distribuer un dividende. A la ***Sheba Mine***, l'économie réalisée sur les frais d'exploitation depuis l'introduction de l'électricité en 1896, se monte à 250.000 francs par an. Ces chiffres montrent l'importance économique de la question traitée par M. Guarini, tant pour le financier que pour l'industriel à qui le livre s'adresse particulièrement. Du reste, sans être tout à fait populaire, il est écrit d'un style si clair que, ne fût-il pas à la portée de tout le monde, il est à celle de tous ceux qui ont quelques notions de physique et d'électricité.

depuis quelques années villages et bourgs ont compris qu'ils pouvaient, utilement, prendre pour s'éclairer un peu de cette puissance, qui passe sur leurs têtes. Dans nombre de localités, même les plus reculées et les plus montagneuses, on a sauté sans transition de la lampe à huile fumeuse à la lampe électrique à incandescence, elle pénètre aujourd'hui dans le salon du château, dans la ferme, à la grange et dans l'étable.

Mais là s'arrête jusqu'ici son rôle, dans notre vieille Europe ; et la fée moderne voudrait faire davantage parce qu'elle sait qu'elle le peut. A côté de la lumière elle voudrait s'installer à demeure dans les fermes pour y exécuter tous les ouvrages qui exigent la force motrice, constamment disponible et divisible ; remplacer pour certains travaux le bras de la ménagère, la force de l'ouvrier et celle du cheval en chair et en os, dont la mission n'est pas de faire tourner un manège ou une meule, mais de transporter au grand air les produits des champs. Ce que la machine dynamo peut faire dans une installation agricole, même modeste, c'est ce que les lecteurs de l'intéressant livre de M. Guarini apprendront probablement avec quelque étonnement. Ils y verront aussi que le moteur électrique peut encore aider aux travaux des champs ; la charrue électrique n'est pas un mythe, elle existe et peut rendre, dans de grandes exploitations, de précieux services.

A côté de ses applications mécaniques, l'électricité, véritable Protée, est apte à améliorer, par ses actions chimiques, les procédés de traitement des matières sucrées, à vieillir les vins, à épurer les huiles ; productrice d'ozone, elle peut servir à la désinfection et à l'assainissement des eaux.

Mais son rôle ne se borne pas à agir sur les produits récoltés, elle peut agir sur la végétation elle-même. C'est dans ce domaine que les premiers expérimentateurs portèrent leurs efforts, et l'action de l'électricité sur la végétation paraît être aujourd'hui un fait acquis, mais un fait entouré encore de bien des mystères, qu'il faut éclaircir avant de pouvoir utiliser pratiquement et à coup sûr cette puissance mystérieuse ; les agronomes, doués de l'esprit scientifique — et ils sont nombreux, — que l'étude de la question intéressante de l'électroculture attireraient, trouveront dans le volume de M. Guarini nombre de faits de nature à éveiller leur attention et à les engager à des recherches nouvelles.

Nous espérons que ce travail, qui contient et résume une foule de faits épars, disséminés dans des mémoires isolés, sera le précurseur, utile et apprécié, d'un traité plus complet encore, qui pourra paraître quand les agriculteurs auront compris que l'électricité qui transforme l'industrie est capable aussi de prêter les ressources et son génie bienfaisant à l'agriculture ; en attendant, le livre d'un savant tel que M. Guarini, bien connu par ses beaux travaux sur la télégraphie sans fil, sera certainement lu avec fruit par tous ceux que les applications de l'électricité intéressent. »

S'adresser à la Société suisse d'Edition,
3, rue du Pépinet, Lausanne.



Imprimerie Liégeoise
Henri Poncelet
Rue des Clarisses, 52
Liége

ÉLECTROCULTURE par Emile GUARINI, 3 photographies. Prix : **1** franc.
En vente à la librairie Ramlot, rue Grétry, 25, Bruxelles.

La bibliothèque bien connue et si intéressante de la *Revue Scientifique* vient de s'enrichir d'un joli petit volume, illustré de 3 photographies, que l'on pourrait appeler « L'aide-mémoire de l'agriculteur électricien ». Il répond au désir de la Société agraire de Lombardie qui a ouvert dernièrement un concours pour le meilleur mémoire condensant tous les travaux à ce sujet çà et là dispersés dans les revues.

L'électricité des piles, celle des dynamos, celle des machines statiques, et même celle de l'atmosphère, qui est gratuite, peuvent s'employer pour l'électro-culture. M. Guarini expose avec netteté la manière de pratiquer l'électro-culture qui, outre une surproduction atteignant parfois plus de 100 °/₀, donne des produits de meilleure qualité et souvent plus précoces, circonstance qui permet parfois de faire deux récoltes au lieu d'une. Le scepticisme qu'on aime tant à afficher de nos jours, ne serait pas ici de mise : les résultats sont établis par des célébrités savantes. L'agriculteur qui ne recule pas devant les innovations trouvera dans le volume de M. Guarini le moyen de s'initier à ce nouveau mode de culture, qui peut devenir pour lui une source de profits considérables et le point de départ d'une nouvelle ère de prospérité.

LE LABOURAGE ÉLECTRIQUE par Emile GUARINI, 4 photographies et 2 dessins. Prix : **2** francs. En vente à la librairie Ramlot, 25, rue Grétry, Bruxelles.

Voici comment le *Journal des Sociétés agricoles du Brabant et du Hainaut* s'exprime dans son numéro du 10 octobre, à propos de cet intéressant volume de M Guarini :

« Le labourage par les moteurs inanimés ne s'est guère répandu en Belgique, mais il a pris, par contre, une très grande extension en Allemagne, en Autriche et dans certains pays neufs. La question nous intéresse pourtant, car le labourage mécanique pourrait recevoir des applications plus fréquentes s'il était d'un moindre prix de revient et plus facile à employer.

» L'application de la force électrique au labourage contribue à la solution de ce problème. Le système employé consiste en un moteur fixe qui tire la charrue d'un bout à l'autre du champ au moyen d'un câble ou d'une chaîne ; le moteur, qui reçoit la force motrice par un câble porté sur des poteaux mobiles, se déplace perpendiculairement aux sillons. M. Guarini décrit plusieurs systèmes et quelques installations de labourage électrique bien intéressantes.

» Le prix de revient du labourage est très discuté et d'ailleurs très discutable ; M. Brutschke l'estime à fr. 23.75 par hectare, tandis que Ringelmann le fixe à fr. 38.62. Mais il faut tenir compte de l'amélioration du rendement due au meilleur travail du sol. L'étude de M. Guarini, complète et concise à la fois, est très intéressante à lire. »

Ajoutons que le labourage par bœufs coûte souvent plus que 60 francs par hectare et que le labourage électrique a un rendement supérieur de 50 p. c.

REVUE DE L'ÉLECTRICITÉ et de l'éclairage en général. — Cette édition française parait alternativement avec l'édition allemande : **Schweizerische Blätter für Elektrotechnik,** und das gesamte Beleuchtungswesen. — *Chacune deux fois par mois*

Abonnement Pour chaque édition	Suisse . . . fr. **6.00** Union postale fr. **8.00**	Pour les deux éditions	Suisse . . . . . fr. **10.00** Union postale . fr. **12.00**

RÉDACTEURS RESPONSABLES :

Edition française :
EMILE GUARINI, ingénieur, Bruxelles

Edition allemande :
SIEGFRIED HERZOG, ingénieur, Zurich, IV.

ADMINISTRATION : RUE DE L'ARSENAL, 7, BERNE

ÉLECTRO. Revue internationale de l'électricité et industries annexes pour électriciens et grands consommateurs de lumière et de force électrique. — Abonnement annuel : Belgique, **10** fr. ; étranger, **12** fr. ; le nº fr. **1.25**.
ÉLECTRO rend compte de tout ouvrage ayant trait à l'industrie électrique dont on lui fera parvenir deux exemplaires.

L'éditeur de l'*Electro* sera toujours heureux de prendre en considération les articles, notes et renseignements ayant trait à l'industrie électrique en général et à celle de la Belgique en particulier. Si les articles se rapportant à des sujets d'actualité sont courts, si les illustrations sont bonnes et les faits authentiques, ils trouveront toujours dans l'*Electro* le meilleur accueil. Les travaux inédits seront l'objet d'une attention toute spéciale. Les informations concernant les concessions, les installations, la formation de Sociétés d'électricité — surtout belges — seront particulièrement bienvenues.

Adresser les manuscrits, photographies, dessins ou, de préférence, les clichés des illustrations, à M. MUSSCHE, éditeur, 31, Montagne aux Herbes Potagères, Bruxelles.

